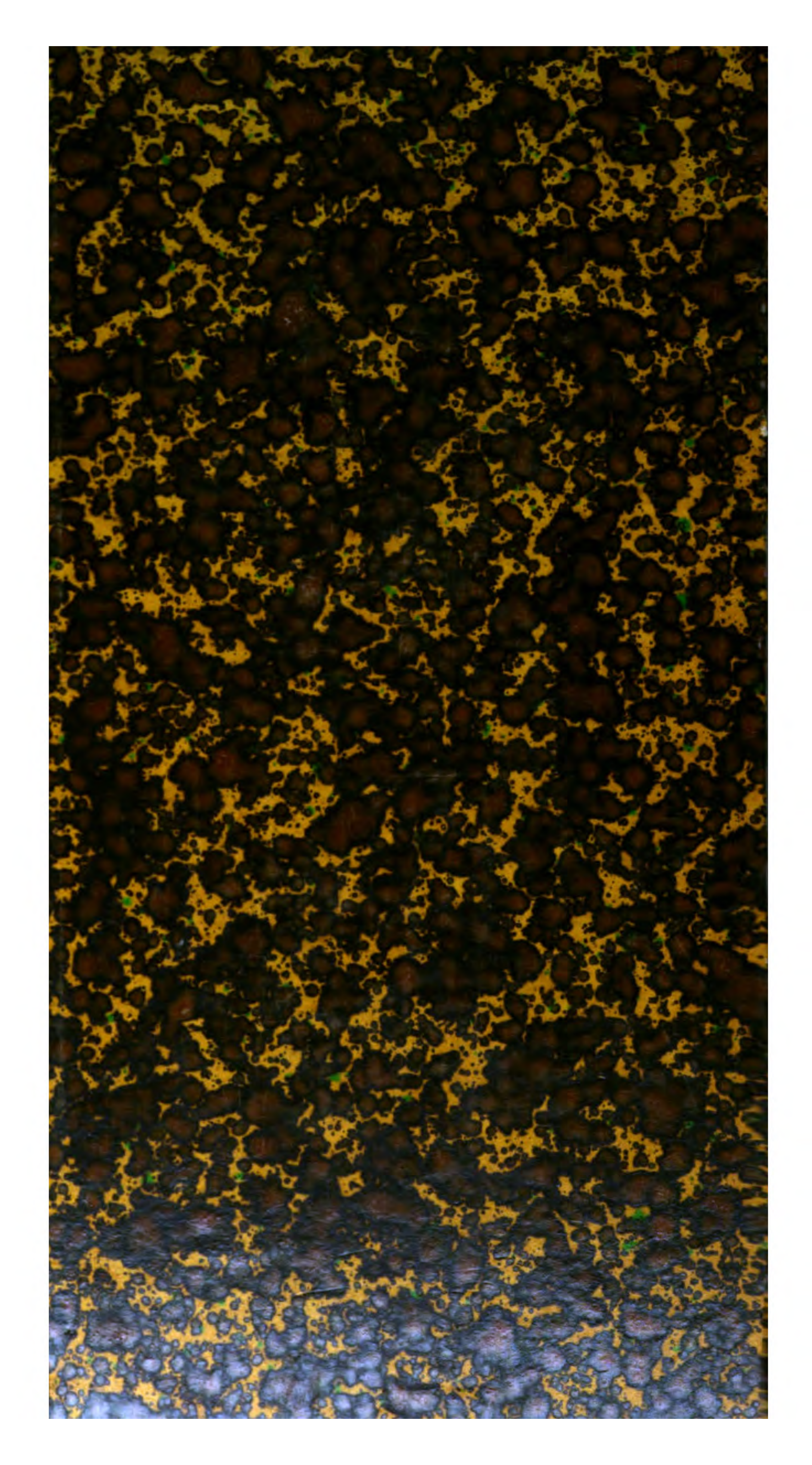


Q
Q49
K2
v. 14-16



New York
State College of Agriculture
At Cornell University
Ithaca, N. Y.

Library

CORNELL UNIVERSITY LIBRARY


3 1924 069 128 076

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

VIERZEHNTER BAND.

1900—1901.

MIT SECHS TAFELN.

KARLSRUHE.

RUCK UND VERLAG DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1901.

Printed in Germany

Ca
Q49
K2
v. 14-16

INHALT.

Vorbericht.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Vorbericht.

Das Lokal. Das Versammlungslokal ist, wie bisher, in der kühleren Jahreszeit der kleine Saal im Gebäude der Gesellschaft Museum, im Sommer der Wirthschaftssaal des Gartengebäudes der genannten Gesellschaft gewesen; zweimal haben Vorträge mit experimentellen Vorführungen im grossen Hörsaal des electrotechnischen Institutes der Technischen Hochschule stattgefunden. Zu einem von der Gesellschaft Museum veranstalteten Vortragsabend waren die Mitglieder des Vereins eingeladen.

Im Vereinsjahr haben 17 Sitzungen, die von 766 Mitgliedern, im Mittel also von 45, besucht waren, stattgefunden. Dabei sind 21 Vorträge gehalten worden; von diesen treffen je drei auf Physik, Medizin und Hygiene, Technik, je zwei auf Botanik, Chemie, Forstwesen, je einer auf Anthropologie, Geodäsie, Geologie, Geschichte, Meteorologie, Reisebeschreibung.

Ehrungen. Zu Ehrenmitgliedern sind die Herren Kais. Russ. wirkl. Staatsrath Dr. von Trautschold in Karlsruhe (547. Sitzung) und der langjährige verdiente Sekretär des Vereins Herr Hofrath Prof. Dr. Meidinger (558. Sitzung) ernannt worden.

Ein **Nachruf** ist dem langjährigen Mitglied Herrn Prof. Dr. Platz seitens des Vorsitzenden gewidmet worden (522. Sitzung).

Rechnungsführung.

Kassenstand im Jahre 1900—1901.

Einnahmen.

1. Kassenrest von 1899/1900 . . .	M. 844,31	
2. Beiträge von 172 Mitgliedern à 5 M.	„ 860,00	
3. Zinsen aus Werthpapieren . . .	„ 673,50	
4. Conto-Corrent-Zinsen von der Badischen Bank	„ 8,80	
5. Anleihe bei der Badischen Bank .	„ 447,70	
		M. 2834,31

Ausgaben.

1. Dienerschaft, Abschriften, Porto .	M. 549,66	
2. Steuern	„ 26,36	
3. Lokalmiethe	„ 69,00	
4. Drucksachen	„ 2050,40	
5. Zinsen für die Anleihe bei der Badischen Bank	„ 1,35	
6. Beitrag zur deutschen Südpolarexpedition . . . . (bewilligt in der 488. Sitzung am 15. Mai 1896).	„ 100,00	
		M. 2796,77
Kassenrest am 10. Mai 1901.		M. 37,54

Vermögensstand am 10. Mai 1901:

Werthpapiere	M. 19 242,86
Kassenrest	„ 37,54
	M. 19 280,40
davon ab: Schuld an die Badische Bank . .	„ 447,70
Vermögensstand am 10. Mai 1901	M. 18 832,70
„ „ 25. April 1900 . . .	„ 20 087,17
Somit Verminderung 1900/1901	M. 1 254,47

Bibliothek. Während des Berichtjahres sind die nachstehenden Druckschriften auf dem Wege des Tauschverkehrs eingekommen:

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Augsburg. Naturhistorischer Verein. 34. Bericht. Augsb. 1900.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen Bd. XII, Heft 3. Basel 1900; Band XIII, Heft 1. Basel 1901. — Der Basler Chemiker Chr. Fr. Schönbein. Basel 1900. — L. Rütimeyer, Gesammelte kleine Schriften allgemeinen Inhalts auf dem Gebiete der Naturwissenschaft. Nebst einer autobiographischen Skizze. 2 Bände. Basel 1898.

Bergen's Museum. Aarberetning for 1900. Bergen 1901. — Crustacea of Norway. Vol. III, Part. IX, X. Bergen 1900. — Aarbog 1900. 1., 2. Heft. Bergen 1901.

Berlin. Botanischer Verein für die Prov. Brandenburg etc. Verhandlungen 24. Jahrg. Berlin 1901.

— Deutsche geologische Gesellschaft. Zeitschrift 52. Bd. 2. u. 3. Heft. Berlin 1900.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mittheilungen aus dem Jahre 1898 (No. 1451—1462), Bern 1899; aus dem Jahre 1899 (No. 1463—1477), Bern 1900.

Bonn. Naturhistorischer Verein der Prov. Rheinlande und Westphalens. Verhandlungen 57. Jahrg. 1. Hälfte. Bonn 1900. — Sitzungsberichte 1900, 1. Hälfte. Bonn 1900.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings Vol. 35, No. 20—27; Vol. 36, No. 1—15.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaften. Jahresbericht für 1891/92 u. 1892/93. Braunschweig 1900.

Breslau. Schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur. 77. Jahresbericht. — Litteratur der Landes- und Volkskunde der Prov. Schlesien. Heft 7. Breslau 1900.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen 38. Band. Brünn 1900.

— Meteorologische Kommission. 18. Bericht. Ergebnisse der met. Beob. im Jahre 1898. Brünn 1900.

Bruxelles. Société Royale de Botanique de Belgique. Bulletin. Tome 39. Bruxelles 1900.

— Société Entomologique de Belgique. Annales. Tome 44. Bruxelles 1900.

— Société Malacologique. Bulletin des séances. Année 1899; 129—170.

Canada. Geological and Natural Survey. Annual Report. Vol. X, 1897. Ottowa 1899.

Chapel-Hill. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal 1900, 17. year. Part. I.

Chemnitz. Naturwissenschaftlicher Verein. 14. Bericht, umfassend die Zeit vom 1. Jan. 1896 bis 31. Okt. 1899. Chemnitz 1900.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubünden. Jahresbericht. 43. Band. Vereinsjahr 1899/1900. Chur 1900.

Colmar. Naturhistorische Gesellschaft. Mittheilungen. V. Bd., Jahre 1899 und 1900. Colmar 1900.

Donaueschingen. Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar. Schriften des etc. X. Heft 1900. Tübingen 1900.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte. Jahrg. 1900, Jan.—Juni Dresden 1900.

— Genossenschaft Flora. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. — Beiträge zur Flora von Kroatien und Dalmatien. Festschrift. Dresden 1898. — Dresdener Gartenbau. Festschrift. Dresden 1896. — Verzeichniss der Büchersammlung. Dresden 1897.

Dürkheim. Pollichia. Mittheilungen No. 13. 57. Jahrgang. 1900. Dürkheim 1900. Festschrift zur 60jährigen Stiftungsfeier. Dürkheim 1900.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1898—99. Frankfurt a. M. 1900. — König, Dr. W. Goethe's optische Studien. — Das Klima von Frankfurt a. M. Nachtrag. Frankfurt a. M. 1901.

— Senckenbergische naturforschende Gesellschaft. Bericht 1900. Frankfurt a. M. 1900.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mittheilungen. Jahrgang 1899. Graz 1900.

Greifswalde. Geographische Gesellschaft. 7. Jahresbericht. 1898—1900. Greifswalde 1900. — Excursion nach Ost-Schleswig, Holstein und der Insel Sylt am 5.—10. Juni 1900. Greifswalde 1900.

Halifax. Nova Scotian Institute of Science. The Proceedings and Transactions. Vol. X, Part. 2. Halifax 1900.

Halle. Verein für Erdkunde. Mittheilungen 1900. Halle 1900.
— Kais. Leop. Karol. Deutsche Akad. d. Naturf. Leopoldina. Heft 36, No. 8—9, 11—12; Heft 37, No. 2, 3.
Hamilton Association. Journal and Proceedings for session of 1899—1900. No. XVI. Hamilton 1900.
Heidelberg. Naturhistorisch-medicinischer Verein. Verhandlungen. Neue Folge. 6. Band, 4. Heft. Heidelberg 1900.
Innsbruck. Naturwissensch.-medicinischer Verein. Berichte. 23. Jahrgang. 1896/97. Innsbruck 1898; 25. Jahrgang. 1899/1900. Innsbruck 1900.
Karlsruhe. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie. Jahresbericht 1899. Karlsruhe 1900. — X. Heft d. Beiträge z. Hydrogr. d. Gr. Baden. Karlsruhe 1900. Niederschlagsbeobachtungen. 2. Halbj. 1899, 1. Halbj. 1900.
Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin Vol. 36, No. 137, 138; Vol. 37, No. 139. Lausanne 1900 u. 1901.
Leipa. Nordböhmischer Excursionsclub. Mittheilungen. 23. Jahrg. 4. Heft. Leipa 1900. 24. Jahrg. 1. Heft. Leipa 1901.
Leipzig. Museum für Völkerkunde. 27. Bericht. Leipzig 1900.
Luxemburg. Société de Botanique. Recueil des mémoires et des travaux. No. XIV, 1897—98. Luxemburg 1899.
Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions. Vol. XII, Part. II 1899. Madison 1900.
Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht und Abhandlungen. 1898—1900. Magdeburg 1900.
Marburg. Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaft. Sitzungsberichte. Jahrgang 1899. Marburg 1900; 19. Jahrgang 1900. Marburg 1901. Schriften d. Ges. etc. Band 13, 4. Abth. Marburg 1900.
Mexico. Instituto Geológico. Buletin No. 14. Las rhyolitas de Mexico. Primera Parte. Mexico 1900.
— Observatorio Magnetico-Astronómico. Gomez. El clima de la Rep. Mexicana en el año de 1896. Año II. Mexico 1900.

Milwaukee. Public Museum. 16. Annual Report. Milwaukee. 1898.

— Wisconsin Natural History Society. Bulletin Vol. I No. 3.

Montevideo. Museo Nacional: Annales. Tomo II. Fasc. XV, XVI, XVII. Tomo III, Fasc. XIV, XVIII.

München. Kgl. Akademie der Wissenschaften. Mathem.-physik. Klasse. Sitzungsberichte 1901, Heft 1—3. — Inhaltsverzeichniss der Sitzungsberichte. Jahrgang 1896 bis 1900.

Nancy. Société des Sciences. Bulletin, Série II, Tome 6, Fasc. 34. 32 Année 1899. Nancy 1900. Série III, Tome I, Fasc. III, IV, V. 1900.

Neuchâtel. Société des Sciences Naturelles. Tables des matières des 4 volumes des mémoires et des 25 premiers tomes du bulletin. Neuchâtel 1899.

New-York. American Museum of Natural History. Vol. XIII, 1900. New-York 1900.

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Abhandlungen. 13. Band. Jahresbericht für 1899. Nürnberg 1900.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings 1900, Part II.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti Vol. XVII. Pisa 1900.

Prag. K. Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem.-naturw. Klasse. Sitzungsberichte 1900; Jahresbericht für das Jahr 1900. Prag 1901.

Rock-Island (Ill.). Augustana College. Udden. An old Indian village. Rock-Island 1900.

Regensburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Berichte. VII. Heft für die Jahre 1898—1899. Regensburg 1900.

Rom. R. Accademia di Lincei, Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali: Atti 1900, Vol. IX, Fasc. 4—12. Vol. X, Fasc. 1—8. Classe di scienze morali, storice e filologiche: Vol. VIII, Parta 2. Giugino-Dicembre 1900. Rendiconti, Vol IX, Fasc. 5—8.

— R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino, Anno 1900, No. 2—4.

St. Louis. Academy of Science. Transactions, Vol. IX, No. 6, 8, 9; Vol. X, No. 1—8.

San José (Costa Rica). Museo Nacional. Informe del 2. semestre 1898 à 1899. San José 1899; Informe de 1899 à 1900. San José 1900.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht über die Thätigkeit während des Vereinsjahres 1898—99. St. Gallen 1900.

Sion. Société Murthienne. Bulletin, Fasc. 27 et 28; années 1898 et 1899. Sion 1900.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 56. Jahrgang. Stuttgart 1900.

— Württbg. Kommission für Landesgeschichte. Württbg. Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. IX. Jahrgang 1900, Heft I—IV. Stuttgart 1900.

Sydney. Royal Society of New South Wales. Journal and Proceedings for 1899. Vol. 33. London 1899.

Ulm. Verein für Mathematik. Jahreshefte. 9. Jahrgang. Ulm 1899.

Upsala. Geological Institution of University. Bulletin 1899, Vol. IV, Part 2, No. 8. Upsala 1900.

Washington. Smithsonian Institution. Annual report for the year ending June 30, 1898. Wash. 1899. — Hodgkins Fund, No. 1033, 1034, 1077. The physical-geography of Australia. — Earth-crust movements and their causes. Arctic explorations. — S.A. aus Smiths. Rep.

— U.S. Department of Agriculture. — Farmers Bulletin No. 54. — North American Fauna No. 16, 18, 19. Wash. 1899, 1900. — Bulletin No. 13: Beal. Food of the bobolink, blackbirds and grackles. Wash. 1900. — Bulletin No. 14: Palmer and Olds-Laws regulating the transportation and sale of game. Wash. 1900. — Report of the Secretary of Agriculture 1898, 1900.

— American Museum of Natural History. Bulletin. Vol. XI, Part II, 1900.

Wien. K. k. Geologische Reichanstalt. Verhandlungen. 1900 No. 9—16, 1901 No. 1—3. Jahrbuch 1899, 4. Heft, 1900 1 u. 2. Heft. Wien 1900.

Wien. K. k. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen Bd. XV, No. 2. Wien 1900.

Wiesbaden. Nass. Verein für Naturkunde. Jahrbücher des etc. Jahrg. 53. Wiesbaden 1900.

B. Von Privaten:

Künkel, K. Die Wasseraufnahme bei Nacktschnecken. S.A. aus Zool. Anz. Bd. 22.

Vorstand.

In der Generalversammlung vom 10. Mai 1901 ist der bisherige Vorstand wiedergewählt worden; er besteht bei Abschluss des Bandes aus den Herren:

1. Geheimrath Prof. Dr. Engler, Vorsitzender.
2. Hofrath Prof. Dr. Lehmann, Stellvertreter des Vorsitzenden.
3. Hofrath Prof. Dr. Meidinger, Schriftführer und Bibliothekar.
4. O. Bartning, Kassier.
5. Geheimerath Dr. Battlehner.
6. Geheimerath Oberbaudirektor Honsell.
7. Director P. Treutlein.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind im Geschäftjahre 1900/1901 die Herren: Forstpraktikant Dr. Eichhorn, Hoflieferant Fischer, Geheimer Oberpostrath Hess, Legationsrath Dr. Heintze, Lehramtspraktikant Ischler, Prof. Dr. Kölmel, Chemiker Dr. Eberh. Müller, Lehramtspraktikant Reichmann, Oberstleutnant z. D. und Kammerherr Röder von Diersburg, Assistent Dr. Weilandt.

Durch den Tod verlor der Verein die Herren: Geheimerath Gmelin, Apotheker Löblein, Prof. Dr. Platz, Geh. Oberfinanzrath Vierordt.

Ausgetreten sind aus dem Verein, zum Theil in Folge von Wegzug die Herren: Geheimerath Dr. Arnsperger, Apotheker Bauer, Privatdozent Dr. Escherich, prakt. Arzt Dr. Haitz, Fabrikdirektor Pulvermann, Buchdruckereibesitzer Reuss, Dr. Stark, Corps-Rossarzt Stratthaus, Chemiker Dr. Tetzlaff, Assistent Dr. Wiegers.

Mitglieder-Verzeichniss.

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:

Meidinger, Professor Dr., Hofrath in Karlsruhe (1901).
Moritz, Dr. A., Staatsrath in Dorpat (1864).
Struve, O. von, Wirkl. Geheimerath in Karlsruhe (1895).
Trautschold, Dr. H. von, Russ. Wirkl. Staatsrath in Karlsruhe (1900).

b. Korrespondirende Mitglieder.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

c. Mitglieder.*

Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Otto, Privatier (1883).
Arnold, E., Hofrath, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerath (1866).
Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Benckiser, Dr. A., Hofrath, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Blankenhorn, Prof. Dr. A. (1869).
Böhm, Dr. F., Ministerialrath (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrath, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrath (1895).
Buch, H., Oberlandesgerichtsrath (1899).
Buhl, Dr. H., Fabrikant in Ettlingen (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Bunte, Dr. H., Geh. Hofrath, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Carl, Bezirksthierarzt (1901).
Cathiau, Dr. Th., Rektor der Gewerbeschule (1876).
Clauss, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Cramer, H., Lehramtspraktikant (1896).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dienger, K., Lehramtspraktikant (1895).
Dittrich, Dr. Th., prakt. Arzt (1897).
Doederlein, G., Ingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurath und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Edelsheim, W., Freiherr von, Obersthofmeister, Exzellenz (1867).
Eichhorn, Dr. F., Assistent für Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1900).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker (1897).
Engler, Dr. K., Geheimerath, Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1876).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto. Hoflieferant (1900).
Föhlisch, Dr. E., Fabrikinspektor (1900).
Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).
Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerath, Direktor d. Steuerdirekt. (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor der Maschinenbaugesellschaft (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).

Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medicinalrath, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haass, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der Chemisch-Technischen Versuchsanstalt (1875).
Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrath (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrath, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hart, J., Geheimerath, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrath (1898).
Hausrath, Dr. H., a. o. Professor für die Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Heintze, Dr., Legationsrath (1900).
Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
Henning, Th., Kommerzienrath (1896).
Hess, Geh. Oberpostrath (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Finanzrath (1881).
Hilger, Dr. K., Kustos am Naturalienkabinet (1892).
Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1898).
Honsell, M., Geheimerath, Direktor des Wasser- und Strassenbaues, Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1894).
Hübler, A., Professor am Realgymnasium (1895).
Jabukowski, Kandidat der Chemie (1901).
Jahraus, W., Buchhändler (1899).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Jschler, O., Lehramtspraktikant (1900).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrath (1889).
Kamm, Dr. K., Amtmann in Pforzheim.
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).

Keller, K., Geh. Hofrath, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
Klein, L., Kaufmann (1897).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Kohlhepp, Fr., Bezirksthierarzt (1886).
Kölmel, Prof. Dr. in Baden.
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kressmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Kronstein, Dr. A., Chemiker (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Küster, E., Generalleutnant z. D. (1895).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).
Lehmann, Dr. O., Hofrath, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).
Lembke, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Leutz, F., Hofrath, Seminardirektor (1872).
Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1895).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrath (1879).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Maier, E., Geh. Hofrath, Augenarzt (1871).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
Martin, Al., Kaufmann (1897).
Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie und Assistent an der Technischen Hochschule (1899).
Mees, Ad., Stadtrath (1899).
Meidinger, Dr. H., Hofrath, Vorstand der Grossh. Landesgewerbehalle und Professor der technischen Physik an der Techn. Hochschule (1865). (Ehrenmitglied 1901.)
Mie, Dr. G., a. o. Professor für Physik an der Technischen Hochschule (1892).
Migula, Dr. W., a. o. Professor für Botanik und Naturwissenschaftliche Hygiene an der Techn. Hochschule (1891).

Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. Eberh., Chemiker (1900).
Müller, Dr. L., Medizinalrath (1896).
Müller, Dr. U., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).
Näher, R., Betriebsinspektor (1893).
Nessler, Geh. Hofrath, Vorstand der Landwirthschaftlich-Chemischen Versuchsanstalt (1862).
Netz, F., prakt. Arzt (1893).
Nüsslein, Dr. J., Assistenzarzt (1900).
Nüsslin, Dr. O., Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhäuser, Dr. A. von, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
Pfeil, Assistent am mineralogischen Institut der Technischen Hochschule (1901)
Reck, K. von, Freiherr, Geheimerath und Kammerherr (1869).
Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).
Reichard, Fr., Direkt. das städt. Gas- u. Wasserwerkes (1892).
Reichmann, Lehramtspraktikant (1901).
Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Oberstleutnant a. D. u. Kammerherr (1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Grossh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrath (1885).
Schaaff, E., Apotheker (1899).
Schell, A., Bauinspektor (1878).
Schell, Dr. W., Geh. Hofrath, Professor der theoretischen Mechanik an der Technischen Hochschule (1868).
Schellenberg, R., Finanzrath (1899)

Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Schröder, Dr. E., Hofrath, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Schröder, L., Lehrer am Kadettenkorps (1895).
Schultheiss, Professor Dr., Grossh. Meteorolog (1886).
Schweickert, M., Oberlehrer a. D. (1873).
Seith, K., Professor am Gymnasium (1885).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrath, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sievert, E., Major a. D. (1884).
Sprenger, A. E., Ministerialrath (1878).
Spuler, Dr. A., Privatdozent der Anatomie in Erlangen (1897).
Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerath, Exzellenz (1895). (Ehrenmitglied 1899.)
Suck, O., Hofphotograph (1897).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Trautschold, Dr. H. von, Russ. Wirkl. Staatsrath (1895). (Ehrenmitglied 1900.)
Treutlein, J. P., Direktor des Realgymnasiums (1875).
Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).
Volz, H., Professor an der Akademie der bild. Künste (1892).
Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1897).
Wagner, Dr. E., Geheimerath, Konservator der Alterthümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).

Wagner, Leop., Prokurist (1899).
Wedekind, Dr. L., Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weilandt, Dr., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1901).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Williard, A., Baurath a. D. (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Witkowski, Dr. M., Apotheker (1900).
Wittmer, K., Forstrath (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Maschineninspektor (1899).

Für die Redaktion verantwortlich:
Prof. Dr. Schultheiss.

Satzungen

des

Naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe

nach dem Beschluss der Mitglieder-Hauptversammlung
am 1. Juni 1900.

I. Name, Sitz und Zweck des Vereins.

§ 1.

Der Verein führt den Namen „Naturwissenschaftlicher Verein zu Karlsruhe“ und soll in das Vereinsregister eingetragen werden.

Der Sitz des Vereines ist Karlsruhe.

Durch Eintragung in das Vereinsregister des Amtsgerichtes Karlsruhe hat der Verein die Rechtsfähigkeit erlangt.

Der Verein hat den Zweck, das Interesse für das Studium der Naturwissenschaften mit Einschluss der Medizin und mit besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse des badischen Landes zu wecken und zu fördern, indem er Gelegenheit bietet, die Resultate eigener oder fremder Arbeiten über Gegenstände aus diesem Gebiete öffentlich mitzutheilen und Besprechung derselben zu veranlassen.

§ 2.

Der Verein hält mit Vorträgen verbundene Sitzungen und veröffentlicht nach Massgabe des vorhandenen Materials die Sitzungsberichte nebst den von den Verfassern ihm überlassenen Abhandlungen in seiner Zeitschrift.

Die Sitzungsberichte werden jeweils vor den folgenden Sitzungen auch durch öffentliche Blätter mitgetheilt.

II. Mitgliedschaft.

§ 3.

Mitglieder können alle gebildeten und selbständigen Personen werden, welche sich für den Vereinszweck interessiren.

Die Aufnahme erfolgt nach Anmeldung beim Vorstande des Vereins durch Mehrheitsbeschluss.

Der Austritt ist dem Vorstande schriftlich anzuzeigen.

§ 4.

Durch Ernennung von Ehrenmitgliedern kann der Verein solchen Männern seine Anerkennung bezeugen, welche sich durch hervorragende Leistungen um die Wissenschaft verdient gemacht oder die Zwecke des Vereins thätig gefördert haben.

Der Antrag auf solche Ernennung, welcher von wenigstens 3 Mitgliedern ausgehen muss, ist dem Vorstande mitzutheilen und von diesem spätestens in der zweitfolgenden Sitzung bekannt zu machen. Die Abstimmung darüber findet in der hierauf folgenden Sitzung statt, wobei eine Mehrheit von $^{2}/_{3}$ der anwesenden Mitglieder zur Annahme des Antrages erfordert wird.

III. Vorstand.

§ 5.

An der Spitze des Vereines steht ein Vorstand, bestehend aus einem Vorsitzenden, einem stellvertretenden Vorsitzenden, zwei Sekretären, einem Kassier und zwei weiteren Mitgliedern.

Ein Vorstandsmitglied übernimmt das Amt des Bibliothekars. Derselbe sorgt insbesondere für die Erhaltung und geordnete Aufbewahrung der Publikationen anderer Vereine, mit welchen der Naturwissenschaftliche Verein zu Karlsruhe im Schriftenaustausch steht, und für die leichte Benutzbarkeit derselben seitens der Vereinsmitglieder.

Der Vorsitzende des Vereines und bei seiner Verhinderung dessen Stellvertreter vertritt allein den Verein nach aussen in allen gerichtlichen und aussergerichtlichen Angelegenheiten.

§ 6

Die Vorstandsmitglieder werden aus den in Karlsruhe wohnenden Vereinsmitgliedern von der Mitglieder-Hauptversammlung alle zwei Jahre durch Stimmenmehrheit gewählt.

Die Bestellung eines Vorstandsmitgliedes ist nur aus wichtigen Gründen widerruflich. Ueber den Widerruf entscheidet die Mitglieder-Hauptversammlung.

§ 7.

Der Berathung des Vorstandes unterliegen alle Gegenstände von allgemeinem Vereinsinteresse, insbesondere die Verwendung der Geldbeiträge der Mitglieder und etwaiger sonstiger Einnahmen, die Aufstellung des jährlichen Voranschlages, der Inhalt der auszugebenden Hefte der Zeitschrift, überhaupt die litterarische Thätigkeit des Vereins, sowie die Erwerbung litterarischer und sonstiger die Vereinszwecke fördernder Hilfsmittel.

Zur Beschlussfassung über diese Angelegenheiten ist der Vorstand insoweit berechtigt, als nicht die Statuten anderweitige Bestimmung treffen.

§ 8.

Der Vorsitzende oder in Verhinderungsfällen sein Stellvertreter präsidirt bei den Berathungen des Vorstandes und bei den Vereinssitzungen. Er sorgt für die Vollziehung der Beschlüsse und unterzeichnet alle dahin einschlagenden Ausfertigungen, sowie die Anweisungen auf die Kasse.

§ 9.

Die Sekretäre führen in den Sitzungen des Vorstandes und des Vereins das Protokoll, fertigen die Beschlüsse aus und legen sie dem Vorsitzenden zur Unterschrift vor. Sie besorgen die Korrespondenz mit auswärtigen Mitgliedern und Vereinen, sowie die Redaktion der Zeitschrift.

§ 10.

Der Kassier verwaltet das Vereinsvermögen, übernimmt die Erhebung der Mitgliederbeiträge und sonstiger Einnahmen und leistet die Zahlungen auf Anweisung des Vorsitzenden.

Mit Ablauf eines Vereinsjahres stellt er die Rechnung, welche mit den Belegen der Prüfung der übrigen Vorstandsmitglieder unterliegt.

Der Vorstand ist verpflichtet, jährlich einmal einen Kassen- und Vermögenssturz beim Kassier vorzunehmen.

IV. Rechte und Pflichten der Mitglieder.

§ 11.

Die Mitglieder haben das Recht, den Versammlungen des Vereins beizuwohnen, und erhalten die Veröffentlichungen des Vereins ohne besondere Vergütung.

§ 12.

Der jährliche Beitrag beträgt 5 Mark. Er wird im lezten Quartal eines Vereinsjahres erhoben und ist auch für das Jahr des Ein- oder Austrittes zu entrichten.

§ 13.

Die Verfasser von Abhandlungen, welche in die Hefte der Zeitschrift aufgenommen wurden, erhalten 100 Sonderabzüge derselben gratis. Weitere Bewilligungen erfordern Beschluss des Vorstandes.

V. Versammlung.

§ 14.

Die Sitzungen des Vereins finden in der Regel alle 2 Wochen an einem vom Vereine festgesetzten Wochentage Abends statt mit Ausnahme der Ferienzeiten an den höheren Lehranstalten in Karlsruhe.

§ 15.

Die Sitzungen werden den Mitgliedern auf direktem Wege mit Angabe der Tagesordnung, insoweit dieselbe festgestellt ist, rechtzeitig angezeigt. Sie finden in einem reservirten Saale eines Wirthslokales statt, sofern nicht durch grössere Hilfsmittel erfordernde Demonstrationen die Verlegung in ein anderes Lokal geboten erscheint.

§ 16.

Dem Vorsitzenden, welcher die Sitzungen eröffnet und schliesst und die Verhandlungen leitet, sind der Regel nach die zu haltenden Vorträge und zu machenden Mittheilungen und zwar möglichst frühzeitig anzumelden. Nach Erledigung der darnach festgestellten Tagesordnung wird zu kleineren Mittheilungen, aufzuwerfenden Fragen u. s. w. das Wort ertheilt.

In allen Fällen wird ein möglichst eingehender Meinungsaustausch angestrebt.

§ 17.

Der Beschlussfassung, bezw. in dringenden Fällen der nachträglichen Gutheissung durch eine Versammlung, unterliegen alle Anordnungen, welche die Rechte und Verbindlichkeiten des Vereins betreffen, sowie aussergewöhnliche, d. h. solche Ausgaben, welche nicht, wie Lokalmiethe, Ausgaben, für die Zeitschrift, Anzeigegebühren, Porto u. s. w., periodisch wiederkehrend, durch den genehmigten Kostenanschlag vorgesehen oder überhaupt durch den Vereinszweck nothwendig bedingt sind.

§ 18.

Zu Ende jedes Vereinsjahrs, in der Regel als letzte Sitzung desselben, findet eine Mitglieder-Hauptversammlung statt. In derselben wird von einem der Sekretäre über die Wirksamkeit und die Personaländerungen des Vereins Bericht erstattet, vom Kassier gemäss vorheriger Prüfung durch den Vorstand (§ 10) die Rechnung über das ablaufende und der Voranschlag für das folgende Vereinsjahr vorgelegt.

In jeder zweiten regelmässigen Mitglieder-Hauptversammlung findet gemäss § 6 die Neuwahl des Vorstandes statt.

§ 19.

Die Mitglieder-Hauptversammlungen sind vorzugsweise der Prüfung von Einrichtungen und Gewohnheiten des Vereins gewidmet, und zwar auf Anregung nicht nur des Vorstandes, sondern auch jedes einzelnen Mitgliedes.

Abänderungen der Satzungen können nur in einer Mitglieder-Hauptversammlung durch absolute Stimmenmehrheit der anwesenden Vereinsmitglieder beschlossen werden. Die darauf abzielenden Anträge müssen vorher dem Vorstande mitgetheilt und von diesem zur Kenntniss der Mitglieder gebracht worden sein.

§ 20.

Ausserordentliche Mitglieder-Hauptversammlungen sind vom Vorsitzenden auf Beschluss des Vorstandes oder auf den schriftlich motivirten Antrag von 10 Mitgliedern zu berufen.

§ 21.

Ein Antrag auf Auflösung des Vereins erfordert nach Vorberathung in einer Mitglieder-Hauptversammlung schriftliche Abstimmung und zur Annahme die zustimmende Mehrheit von $^3/_4$ aller Vereinsmitglieder.

VI. Allgemeine Bestimmungen.

§ 22.

Das Vereinsjahr beginnt jeweils mit dem 9. April als dem Stiftungstage des Vereins.

§ 23.

Insoweit das Vermögen des Naturwissenschaftlichen Vereins von einer Schenkung des früheren Vereins für wissenschaftliche Belehrung herrührt, ist es gemäss den Bestimmungen der Schenkungsurkunde im Grundstocke von 3962 M. 78 Pf. (2313 fl. 7 kr.) unantastbar.

§ 24.

Sollte der Verein aufgelöst oder in ferner liegende Zwecke übergeführt werden, so bleibt das Vermögen zinstragend deponirt, bis ein gleicher oder ähnlicher Verein wieder entsteht. Die näheren Bestimmungen darüber trifft die letzte Mitglieder-Hauptversammlung.

Sitzungsberichte.

---

547. Sitzung am 11. Mai 1900.

Anwesend 29 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Prof. Dr. Lehmann.

Der Vorsitzende theilte mit, dass der Vorstand den Beschluss gefasst habe, das Mitglied Herrn Staatsrath Prof. von Trautschold, Excellenz zum Ehrenmitglied zu ernennen; die Versammlung gibt dazu ihre Zustimmung.

Herr Prof. Dr. Futterer hob in längerem Vortrage die Leistungen v. Trautschold's hervor, der sowohl auf den speziellen Gebieten der Mineralogie, Geologie und Palaeontologie viel gearbeitet, als sich auch mit theoretischen Fragen von allgemeinem Interesse beschäftigt habe.

Herr Prof. Dr. Hausrath hielt sodann den angekündigten Vortrag: „Ueber den Wechsel der Holzarten im deutschen Walde", der unter den Abhandlungen des vorliegenden Bandes zum Abdruck gebracht ist. An der sich daran knüpfenden Diskussion betheiligten sich die Herren: Battlehner, Haber, Lehmann, Meidinger, Müller, Nüsslin, Schultheiss.

548. Sitzung am 1. Juni 1900.

Anwesend 41 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neuangemeldetes Mitglied: Herr Dr. Eichhorn, Assistent für Forstwesen.

Ausserordentliche Mitgliederhauptversammlung.

Der Vorsitzende berichtete, dass der Verein die Rechtsfähigkeit durch Eintragung in das Vereinsregister des Amtsgerichtes Karlsruhe erworben habe, und liest die deswegen

vorgenommenen Aenderungen in den Satzungen vor. Die Versammlung erklärt ihre Zustimmung. Ferner brachte der Vorsitzende die Neuordnung der Vereinsbibliothek in Anregung. Herr Hofrath Meidinger theilt einiges über deren Entwicklung mit. Auf Vorschlag des Herrn Direktor Treutlein soll das Weitere über die Behandlung der Bibliothek in einer Vorstandssitzung festgesetzt werden. Herr Prof. Futterer bringt in Anregung, dass über besonders beachtenswerthe Zugänge an den Vereinsabenden berichtet werde.

Herr Dr. Mie hielt hierauf einen durch zahlreiche Experimente unterstützten Vortrag über die Becquerel'schen Strahlen.

Bald nach Entdeckung der Röntgen-Strahlen fand der Pariser Physiker H. Becquerel (im Februar 1896) eine zweite nicht minder räthselvolle Strahlenart, die von den Uranverbindungen ausging. Er konstatirte, dass diese Verbindungen, ohne belichtet oder erhitzt oder auf irgend eine andere Art besonders erregt zu sein, beständig Strahlen aussandten, welche, wie die Röntgen-Strahlen, durch alle Körper mehr oder weniger hindurchgingen und von ihnen ungefähr nach dem Verhältniss des spezifischen Gewichtes absorbirt wurden. Diese Strahlen gaben sich zu erkennen dadurch, dass sie auf die photographische Platte wirkten und dass sie die Luft zu einem elektrischen Leiter machten, beides Eigenschaften, die sie mit den Röntgen-Strahlen gemein haben. Ebenso verhalten sich auch die Kathoden-Strahlen, welche zuerst von Lenard genauer studirt wurden. Eine genauere Forschung über die neue Strahlenart wurde erst möglich, als das Ehepaar Herr und Frau Curie aus den Uranerzen Stoffe abschieden, welche das Strahlungsvermögen in viel höherem Masse besitzen als Uran selber. (Juli 1898). Diese Stoffe waren erstens Wismutverbindungen, zweitens Bariumverbindungen und drittens Titanverbindungen, welche letztere Debierne aus Rückständen der Urangewinnung darstellte.

Da nun diese Körper für gewöhnlich keine Spur von Strahlung zeigen, so nahmen die Curies an, dass in den Uranerzen neue Elemente vorhanden sind, welche mit den genannten Stoffen zusammen gefällt wurden. Da die Strah-

lung in den drei Fällen wesentliche Unterschiede zeigte, mussten sie drei verschiedene neue Elemente annehmen; sie nannten dieselben: Polonium, Radium, Actinium. Natürlich ist das Vorhandensein dieser neuen Elemente aber noch höchst fraglich, obgleich Frau Curie und Demarçay durch chemische und spectralanalytische Untersuchungen gewichtige Gründe für ihre Annahme zu bringen wussten.

Die Strahlung, die diese neuen Körper aussenden, ist so intensiv, dass sie die bei Röntgen-Strahlen gebräuchlichen Phosphoreszenzschirme hell zum Leuchten bringen und selbst dicke Metallbleche durchdringen. Nunmehr konnte man hauptsächlich die Frage zu beantworten versuchen, ob die neuen Strahlen den Kathoden-Strahlen oder den Röntgen-Strahlen näher verwandt sind.

Zwischen diesen beiden Strahlenarten, die sich in mancher Hinsicht sehr ähnlich verhalten, besteht jedenfalls ein fundamentaler Unterschied, der Röntgen schon bei seiner Entdeckung die Ueberzeugung aufdrängte, dass er es mit einer von den Kathoden-Strahlen ganz verschiedenen Strahlung zu thun habe.

Die Kathoden-Strahlen werden nämlich durch magnetische Kräfte aus ihrer Bahn abgelenkt, in demselben Sinne, wie eine in ihrer Richtung gehende negativ elektrische Strömung. Ebenso aber wirken auch elektrisch geladene Körper auf sie, sie werden von negativ geladenen abgestossen, von positiven angezogen. Endlich aber, und das ist wohl das Ausschlag gebende, übertragen sie auf einen isolirt aufgestellten Körper, der sich sogar ganz im Innern eines metallischen Hohlraums befinden kann, durch die Metallwände hindurch negative Ladungen. Der Schluss ist also unvermeidlich, dass sie negativ geladene Partikelchen mit sich führen, und alle von ihnen bekannten Thatsachen bestätigen dies: sie sind nichts anderes als eine Strömung negativ elektrischer Theilchen.

Die Röntgen-Strahlen zeigen von all diesen Erscheinungen keine Spur, und insbesondere hat man bisher absolut keine von ihnen überführten elektrischen Ladungen gewinnen können. Sie sind also höchst wahrscheinlich Aetherschwingungen. Thatsächlich ist es kürzlich Haga und Wind gelungen, unleugbare Beugungserscheinungen zu erhalten,

welche auf eine Wellenlänge von etwa 0,1 Millionstel Millimeter hinweisen.

Die Becquerel'schen Strahlen nun haben sich als ein Gemisch von Kathoden- und Röntgen-Strahlen erwiesen. Insbesondere ist es den Curies gelungen, zweifellos nachzuweisen, dass sie einem gut isolirten Körper, auf den sie auftreffen, negative Ladungen zuführen, während der strahlende Körper nach und nach positiv elektrisch wird, falls die Luft und andere Leiter völlig ausgeschlossen sind.

Neuere Beobachtungen von Lenard haben gezeigt, dass die radioaktiven Körper nicht ganz so isolirt dastehen, wie man denken möchte. Wenn nämlich Licht und besonders ultraviolettes Licht auf einen negativ geladenen Körper fällt, so entlädt sich derselbe und zwar, wie Lenard jetzt gefunden hat, unter Aussendung von Kathoden-Strahlen. Die radioaktiven Körper haben schon unter gewöhnlichen Umständen die Fähigkeit, diese Strahlung auszusenden. Ganz räthselhaft aber ist es noch, woher die Energie stammt, die sie hierzu brauchen. Diese Entdeckungen dürften wohl zu einer ganz neuen Entwickelung der Naturwissenschaft führen. Die negativen Partikel, welche die Kathoden-Strahlen sowohl, wie einen grossen Theil der Becquerel'schen Strahlen bilden, scheinen von den Atomen losgelöste Theilchen zu sein. Damit sind diese, welche bisher als die untheilbaren Bausteine der Körper gelten mussten, zum erstenmale noch weiter gespalten.

Herr Geh. Rath Engler meint, dass wohl die Untersuchungen von Lengyel, welche im hiesigen chemischen Institut bestätigt werden konnten, die Ansicht, dass man es mit neuen Elementen zu thun habe, hinfällig machten. Man müsse annehmen, dass die Atome verschiedene Modifikationen besitzen könnten, und dass bei verschiedenen Temperaturen verschiedene Gleichgewichtsverhältnisse für diese beständen. Der Umwandlungsprozess, der nach einer Temperaturschwankung vor sich gehe und sich über enorme Zeiten erstrecken könne, gebe dann auch gleich die Erklärung dafür, woher die Energie der Strahlung stamme. Es sei dies nach dieser Ansicht die innere chemische Energie.

Herr Hofrath Lehmann weist darauf hin, dass die

Wärme des Körpers nicht die Energiequelle sein könne, weil diese Annahme zu einem Widerspruch mit dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik führen würde. Er macht aufmerksam auf die interessanten chemischen Wirkungen der Becquerel'schen Strahlen, welche z. B. ein Glas, auf das sie lange strahlen, violett und schliesslich fast schwarz färben. Aehnliche Färbungen habe Giesel in Chlornatrium hervorgebracht, indem er Natriumdampf auf dasselbe wirken liess. Es sei nicht unwahrscheinlich, dass auch der Natriumdampf und vielleicht noch manche andere Körper besondere Strahlenarten aussendeten.

549. Sitzung am 15. Juni 1900.

Anwesend 28 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.

Herr Dr. Wulff aus Schwerin hielt einen Vortrag über die Ausführungsweisen und Schwierigkeiten der künstlichen Krystalllzucht unter Vorzeigen zahlreicher von ihm gefertigter ausgezeichneter Krystalle.

Zu Anfang des Vortrages gab derselbe eine gedrängte Uebersicht der Eintheilung der Arbeitsweisen der künstlichen Krystallzucht je nach der Natur des zu Grunde liegenden chemisch-physikalischen Prozesses, oder des angewandten Mechanismus, oder nach dem zeitlichen Verlaufe der Krystallisation. Dann beschrieb er näher die Arbeitsweisen beim Abkühlen, Verdunsten und im Umkrystallisator unfer Vorführung zweier Tafeln in natürlicher Grösse. Er ging kurz auf die Krystallisation in Bewegung ein und gab Erläuterungen zu den wichtigsten Präparaten, die er als Geschenke für die hiesigen Sammlungen ablieferte.

Zum Schluss skizzirte er die allgemeinen Schwierigkeiten beim Studium des Krystallisirens und bat, die mitgebrachten Sachen nicht als Belege für das auf diesem Gebiete im günstigsten Falle Erreichbare, sondern nur als Wegweiser dafür anzusehen, dass auf den von ihm beschrittenen Bahnen noch etwas erreicht werden könne.

Nach kurzer Pause gab Redner drei Nachträge: erstens über die Benennung der künstlichen Krystallzucht, zweitens über die Anforderungen, die an die Krystallzucht und Krystall-

züchter gestellt werden, drittens über den historischen Verlauf seiner vor zwanzig Jahren am Karlsruher Polytechnikum begonnenen Bestrebungen zur Ausbildung der Krystallzucht.

An der Discussion betheiligten sich die Herren: Engler, Futterer, Lehmann, Meidinger.

550. Sitzung am 29. Juni 1900.

Anwesend 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neuangemeldetes Mitglied: Herr Dr. Eberh. Müller.

Herr Dr. May hielt einen Vortrag über Goethe und Alexander von Humboldt. Er verglich beide Männer zunächst als menschliche Charaktere. Schon in ihrer frühesten Jugend lassen sich bedeutungsvolle Gegensätze zwischen ihnen erkennen. Bei keiner anderen historischen Persönlichkeit kommt das Gesetz der Vererbung zu grösserem Recht als bei Goethe, bei keiner scheint es uns mehr im Stiche zu lassen als bei Humboldt. Während Goethe gern und freudig bei der Schilderung seiner sonnigen Jugend verweilt, gedenkt Humboldt nur selten und stets wehmutsvoll seiner Kinder- und Jünglingsjahre. Fast nur traurige Erinnerungen knüpfen sich für ihn an das idyllische Tegel, das „Schloss Langweil“ seiner Jugendbriefe. Nur in einem Punkte gleichen sich Goethe's und Humboldt's Jugendjahre. Beide stammen von begüterten Eltern und erhalten daher eine treffliche wissenschaftliche Erziehung. Aber während der kleine Goethe spielend den sprödesten Stoff in sich aufnimmt, fällt dem kleinen Humboldt das Lernen sehr schwer. Doch auch in ihm regen sich frühzeitig sehnsuchtsvolle Stimmungen, die seine grosse Zukunft im Keime bergen. Die Lektüre von Reisebeschreibungen weckt in ihm die Sehnsucht nach fernen unbekannten Ländern. Nach dem Tod seiner Mutter gehen seine Jugendträume in Erfüllung. Eine fünfjährige Forschungsreise bereichert ihn mit einer Fülle neuer Naturansichten, aber als menschlicher Charakter bleibt er derselbe. Im Gegensatz dazu kehrt Goethe von seiner italienischen Reise als ein völlig anderer wieder. Die italienische Reise bezeichnet eine der vielen grossen und tiefgehenden Revolutionen, die Goethe's innerstes Sein erschüttert und gemodelt

haben. Humboldt's Leben ist so gut wie frei von solchen Revolutionen. Damit ist ein Kernpunkt in der Verschiedenartigkeit beider Geister bezeichnet.

Als Forscher zeigen dagegen beide Männer vielfache Berührungspunkte. Humboldt ist wie Goethe tief durchdrungen von der Ueberzeugung, dass die wissenschaftliche Erforschung der Natur das ästhetische Bedürfniss des Gemüths nicht verletzt und verdrängt, sondern erweitert und vertieft. Und andererseits glaubt er, durch eine ästhetische Darstellung der Ergebnisse der Naturforschung diese einem grösseren Kreis verständlicher und zugänglicher zu machen. Wie Goethe die Ergebnisse seines naturwissenschaftlichen Denkens in formvollendete Verse giesst, so befleissigt sich Humboldt einer dichterischen Prosa. Zum Gegenstand dieser wählt er in erster Linie die Vegetationsformen der tropischen Landschaft, denen die wissenschaftliche wie die künstlerische Betrachtung gleich viel abzugewinnen vermag. Die Ideen zu einer „Geographie der Gewächse", die „Ansichten der Natur" und die beiden ersten Bände des „Kosmos" verkörpern diesen ästhetisch-wissenschaftlichen Charakter, durch den der Naturforscherthätigkeit Goethe's und Humboldt's ein einheitlicher Stempel aufgedrückt wird. — Einen zweiten Berührungspunkt zwischen beiden Forschern bildet das tiefe Verständniss und die hingebende Liebe, die beide für die historische Darstellung ihrer Wissenschaft bewiesen haben. Goethe's „Geschichte der Farbenlehre" und Humboldt's „Geschichte der physischen Weltanschauung" beweisen, dass beide Männer als Geschichtsforscher nicht weniger gross dastehen, denn als Naturforscher. — Die persönlichen Beziehungen zwischen Goethe und Humboldt waren bis zu Goethe's Tode ungetrübt freundschaftliche. Mit gegenseitiger Anerkennung ihrer Verdienste haben sie nie gekargt. Nur in dem grossen Streite zwischen Neptunisten und Vulkanisten gehörten sie verschiedenen Lagern an. Doch endete auch dieser Gegensatz schliesslich in einer schönen Harmonie, wie es nicht anders sein konnte bei zwei Männern, deren ganzes Leben ein einziges heisses Streben war nach Erfassung der Harmonie des Weltalls, und denen diese Harmonie sich schliesslich in der herrlichsten Weise offenbarte.

An der sich hieran anschliessenden Discussion betheiligte sich Herr Dr. Mie.

Hierauf berichtete Herr Hofgartendirektor Graebener noch über einige botanische Merkwürdigkeiten. Zunächst zeigte er vor drei Riesenbowiste (Lycoperdon giganteum) aus dem Grossh. Schlossgarten, welche, dicht nebeneinander stehend, binnen fünf Tagen ihre Grösse erreicht hatten. Der eine hatte 110 cm im Umfang, 30 cm Höhe und wog 3 500 g. der zweite hatte 97 cm Umfang bei 26 cm Höhe und ein Gewicht von 2 850 g, der dritte wog 2 050 g, hatte 84 cm Umfang und 22 cm Höhe; zusammen hatten also diese drei Riesenpilze, welche im jugendlichen Zustand auch gegessen werden können, ein Gewicht von 8 400 g.

Von einem weissbunten Geranium, das aus dem Bunten einen grünen Zweig gebildet hatte, ausgehend, sagte der Vortragende, dass solche Sportzweige, vielfach in der Natur vorkämen, dass z. B. bei Rosen häufig ein Zweig ganz andere Blüthen hervorbringe, als der Stamm, aus dem dieser Zweig hervorbreche. Aus welchen Gründen und durch welche Veranlassung dieses stattfinde, könne nicht gesagt werden, bald sei eine Verletzung die Ursache, wie an einem weissblühenden, geknickten Zweige der Crimson Rambler-Rose gezeigt wurde, bald sei es ein Insektenstich, bald auch ein Spiel der Natur, die sich in der Variation gefalle. Dieselben Ursachen bilden auch an einzelnen Zweigen aller Art Pflanzen und an den Blüthen die hahnenkammartigen Verwachsungen, Verbänderungen, welche sogar durch geschlechtliche und ungeschlechtliche Vermehrung fortgepflanzt werden könnten. Eine grosse Anzahl trockener nnd lebender Beispiele half das gesprochene Wort unterstützen.

551. Sitzung am 13. Juli 1900.

Gemeinsam mit dem ärztlichen Verein in Karlsruhe.

Anwesend 80 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.

Herr Prof. Dr. Schottelius aus Freiburg i. B. berichtete über die auf seiner Studienreise nach Bombay im März und April d. J. gemachte Beobachtungen über die Pest in Indien. Die traurigen, gegenwärtig in Indien herrschenden Zustände,

Hungersnoth und Pest, finden ihren letzten Grund in den unglücklichen sozialen Verhältnissen, welche bedingt sind einerseits durch die eigenthümlichen religiösen Anschauungen der Inder und andererseits durch die politische Lage des Landes.

Nach der buddhistischen Religion muss jede Frau soviel Kinder produziren wie möglich. Das Fest des Blutes der Jungfrau, welches bei Ankunft des Berichterstatters gerade in ganz Indien gefeiert wurde und äusserlich durch Volksfeste und durch Bemalung der weissen baumwollenen Gewänder mit rother Farbe (ursprünglich mit Blut) gekennzeichnet ist, hat die Bedeutung, dass jede Jungfrau bei Eintritt der Geschlechtsreife in die Ehe treten muss. Aus den weiteren hieraus folgenden Konsequenzen ergibt sich eine Uebervölkerung, welche trotz der hohen und allgemeinen und namentlich der hohen Kindersterblichkeit und trotz der grossen Fruchtbarkeit des Landes und der Anspruchslosigkeit der Bewohner zu Armuth und Elend führt. Dazu kommt, dass die streng durchgeführte Kasteneintheilung, welche Jeder bedingungslos anerkennt und nach welcher die persönlichen Schulden des Einzelnen zunächst von der Familie und schliesslich von der ganzen Kaste getilgt werden, den Gläubiger sicher stellt und eine systematische Ausbeutung der kindlich naiven und leichtsinnigen Hindus gestattet.

Tritt nun zu diesen stetig wirkenden Faktoren — wie das periodisch wiederzukehren pflegt — anhaltende Dürre und Misswachs, dann sind solche Kalamitäten, wie die gegenwärtige, die regelmässige Folge: der Hunger zehrt an den ohnehin zierlichen schwachen Körpern, zwingt die Menschen, Ungeniessbares als Nahrung aufzunehmen und ebnet so den Boden für die eigentlichen Infektionsträger und für die Seuchen: die Pest, Pocken, Cholera.

Es wird von englischer Seite darauf hingewiesen, dass früher ein gewisser Ausgleich zwischen der Produktionskraft des Landes und der Uebervölkerung gegeben wurde durch die ständigen blutigen Kriege der Maharedschahs unter einander, und dass die Noth gegenwärtig deshalb grösser sei, weil durch die Pacificirung der einheimischen Fürsten die Einwohnerzahl so erheblich zugenommen habe. Von Seiten

der Eingeborenen wird dagegen geltend gemacht, dass von den Engländern zwangsweise das Opiummonopol unter die englisch-chinesischen Friedensbedingungen eingefügt wurde, und dass daraufhin in Indien weite Strecken fruchtbaren Landes, auf denen früher Reis gebaut wurde, nunmehr der Opiumkultur verfallen sind. Peccatur intra muros et extra: jedenfalls findet die Thatsache, dass Indien — so zu sagen — den ständigen Seuchenherd der ganzen Welt bildet, in diesen Verhältnissen ihren letzten Grund.

In Bombay selbst sind die klimatischen und lokalsanitären Lebensbedingungen im Grunde nicht ungünstig. Die Lage der Stadt an einer weiten, regelmässig abgerundeten Bucht, der terrassenförmige Aufbau aus dem weiten Vorlande an die palmengekrönten Hügelketten hinauf ist äusserst malerisch und lässt bei dem Gedanken an die vielhundertjährige Ansiedelung von Europäern eine europäisch-civilisirte Stadt vermuthen. Dem entsprechen aber die Thatsachen durchaus nicht: Nur in unmittelbarer Nähe der Quais, der Docks und Lagerhäuser finden sich — in dem als Fort Bombay bezeichneten Stadttheil — die prachtvollen Regierungsgebäude, die Banken und die sonstigen kaufmännischen europäischen Niederlassungen, dahinter dehnt sich eine ungeheure dichtbevölkerte Eingeborenenstadt, deren Bewohnerzahl nur oberflächlich bekannt ist, in deren Mitte das heilige Dorf der Hindu liegt, dessen geheimnissvolle Opferstätten noch nie eines Europäers Fuss betreten hat.

Gegenüber den 8- bis 900 000 eingeborenen Einwohnern Bombay's verschwinden die wenigen Europäer vollständig. — Die grosse Eingeborenenstadt, mit den breiten, in dunstiger, sonnendurchglühter Ferne sich verlierenden Hauptstrassen, mit den Gassen der Bazare — alles erfüllt von einem wogenden bunten Menschengewimmel: das ist das eigentliche Bombay. — Von Pest und Hungersnoth war auch während der schwersten Monate des Jahres 1900, im März und April, für den Unkundigen kaum etwas Auffallendes zu bemerken: Leichentransporte, welche hier offen auf Bahren vorgenommen werden, finden ja ständig statt in einer grossen Stadt. Nur die rothen grossen Ringe neben den Thüren mancher Häuser, welche die Zahl der daselbst vorgekommenen Pestfälle an-

zeigen und die zuweilen zu einer tapetenartigen Bemalung ganzer Flächen sich ausdehnen, deuten auf die herrschende Seuche hin, ebenso das UHH (unfit human habitation), welches die sanitätspolizeilich evacuirten und geschlossenen Häuser kennzeichnet.

Die Aufgaben der Gesundheitspolizei werden durch die Eingeborenen, speziell durch die Hindus, aus religiösen Bedenken und wegen des Rassenhasses vielfach erschwert, so dass eingreifende Reinigungen der Häuser, Desinfizirungen und Evacuirung der Einwohner nur unter dem Schutz militärischer aus Muhammedanern bestehender Eskorten vorgenommen werden können.

Dass unter diesen Umständen von einer einigermassen genauen Mortabilitäts- und Morbiditätsstatistik nicht die Rede sein kann, das liegt auf der Hand. Aber es ist nicht zu verkennen, dass von Seiten der englischen Regierung beziehungsweise von Seiten der Sanitätsbehörden unter der umsichtigen Leitung des Dr. Weis und der energischen Kontrole des Kolonel Wilkins alles geschieht, was mit den vorhandenen Mitteln und unter den obwaltenden Umständen zur Bekämpfung der Pest geschehen kann. Die Spitäler sind durchweg zweckentsprechend versorgt, das unter der Leitung des Herrn Dr. Choksy stehende grosse Arthur-Road-Hospital sogar nach den modernsten Ansprüchen mustergiltig eingerichtet und geführt. Ueberall versehen seit den vier Jahren, während deren die Pest in Bombay herrscht, europäische, englische Krankenschwestern den mühevollen Wärterdienst und grosse Schaaren eingeborener Inder sind für die niederen Hilfsleistungen herangezogen.

Es ist sehr bemerkenswerth (und wird an anderer Stelle bei Gelegenheit der ausführlichen Wiedergabe des Reiseberichtes noch besonders beleuchtet werden), dass während der ganzen Dauer der Pestepidemie nicht ein einziger Fall von Ansteckung in dem Arthur-Road-Hospital vorgekommen ist. Eine Thatsache, welche mit zwingender Gewalt darauf hinweist, dass die Ansteckungsgefahr bei der Pest nicht in der direkten Uebertragung der Krankheit von Person zu Person, sondern anderswo zu suchen ist. Die Pestkranken selbst bieten keine besonders auffallende äussere oder innere

Krankheitserscheinungen dar; sie machen ungefähr den Eindruck von Typhuskranken; die Schwellungen der Drüsen sind oft ganz unscheinbar und verändern das Aeussere des Kranken nur dann auffallend, wenn es sich um die Drüsen am Unterkiefer oder am Halse handelt. Weitaus die meisten Todesfälle treten ein, ehe es zu einer Vereiterung dieser Drüsen oder „Pestbeulen“, zu den tiefgreifenden Pestgeschwüren gekommen ist. Die Sterblichkeit unter den Pestkranken kann in diesem Jahr auf durchschnittlich 75 Proz. veranschlagt werden, dieselbe ist jedoch im Arthur-Road-Hospital unter dem Einfluss der vorzüglichen Allgemeinbehandlung und unter der Wirkung der Serumtherapie auf 57 Proz. herabgegangen. Immerhin ein enormer Mortalitätssatz, welcher von keiner der bei uns vorkommenden Infektionskrankheiten jemals erreicht wurde. Um so mehr muss es unsere Aufgabe sein, die geeigneten Mittel und Wege zu einer wirksamen Bekämpfung dieser Krankheit ausfindig zu machen.

Dazu gehört vor allem eine immer gründlicher werdende Kenntniss über die Art des Auftretens der Pest als Seuche und über das wechselnde Bild, unter dem die Pest beim Einzelnen in Erscheinung tritt; dazu gehört in zweiter Linie eine immer gründlicher werdende Kenntniss des eigentlichen Krankheitserregers: des Pestbacillus und seiner Lebensbedingungen; dazu gehört endlich, dass viel mehr Aerzte als bisher an Ort und Stelle die Krankheit studiren, damit die Diskussion über Eigenbeobachtungen sich verallgemeinre.

Vorerst liegt nach Ansicht des Vortragenden für Europa und speziell für Deutschland keine Gefahr vor, dass die Pest hier den geeigneten Boden zur Ausbreitung findet, es ist im Gegentheil eher vor übertriebener Krankheitsfurcht zu warnen, welche mehr schadet als nützt und welche schon jetzt vielfach die Menschen zu Sklaven ihrer Gesundheit macht.

552. Sitzung am 2. September 1900.

Anwesend 45 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neuangemeldetes Mitglied: Herr Prof. Dr. Kölmel.

Der Vorsitzende widmete zunächst dem seit der letzten Sitzung verstorbenen Prof. Dr. Phil. Platz, der dem Vereine seit dem Jahre 1863 angehörte, einen warmen

Nachruf, indem er dessen viele Verdienste sowohl in seinem Beruf als Lehrer der Naturgeschichte, als auch als Forscher auf dem Gebiete der Geologie und Mineralogie von Baden hervorhob.

Der Vorsitzende machte dann Mittheilung von einem Schreiben des Herrn Staatsrath Dr. von Trautschold, worin dieser seinen Dank für seine Ernennung zum Ehrenmitglied ausdrückt.

Herr Prof Dr. Scholl hielt hierauf einen Vortrag über Indigo.

An der Diskussion betheiligten sich die Herren Engler, Haber, von Lichtenberg.

553. Sitzung am 16. November 1900.

Anwesend 44 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.

Der Vorsitzende machte Mittheilung über eine Vorstandssitzung, in der beschlossen worden sei, dass die Vereinsveröffentlichungen künftig jährlich erfolgen sollen; Herr Prof. Schultheiss werde die Redaktion übernehmen. Ueber die Aufnahme der Abhandlungen solle eine Kommission entscheiden, welche aus dem Redakteur und zwei in jedem Fall durch den Vorsitzenden zu bestimmenden Vorstandsmitgliedern besteht. Der Redacteur werde in Zukunft auch die Veröffentlichung der Berichte über die Vorträge in den Tageszeitungen besorgen; die Herren Redner werden gebeten, die Berichte thunlichst bald dem Redakteur zu übergeben.

Herr Buchhändler Jahraus regt an, dafür Sorge zu tragen, dass die neu erschienenen Bände der Vereinsveröffentlichung jeweils in den Buchhändler-Verzeichnissen aufgeführt würden; seit dem 10. Band sei dies nicht mehr geschehen.

Herr Prof. Dr. Klein hielt dann einen Vortrag über die Bedeutung des Wassers für die Pflanzen.

554. Sitzung am 30. November 1900.

Anwesend 35 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler

Neuangemeldetes Mitglied: Herr Lehramtspraktikant Ischler.

Herr Dr. med. Ziegler hielt einen Vortrag über die Fortschritte der letzten Jahre in der Magenphysiologie.

Nach den Ausführungen des Vortragenden ist die Aufgabe des Magens eine mehrfache: erstens ist der Magen bei der Aufsaugung der Nahrungssubstanzen betheiligt; zweitens fügt er der aufgenommenen Nahrung eine Verdauungsflüssigkeit hinzu. Diese letztere Thätigkeit ist bei weitem die wichtigere, da der Magensaft die Lösung (Peptonisirung) der eiweisshaltigen Nahrungsbestandtheile bewirkt. Ueber die Absonderung des Magensaftes im gesunden und kranken Magen sind zahlreiche Versuche angestellt worden; in den jüngsten Jahren wurden durch die Experimente einiger russischer Forscher (Pawlow u. A.) neue Gesichtspunkte in diesem Gebiet eingeführt. Es hat sich gezeigt, dass die Absonderung des Magensaftes in dreifacher Weise angeregt wird, erstens durch psychische Einwirkung, zweitens als Folge des Kauens und Schmeckens, drittens durch die in den Magen kommende Nahrung selbst. Ein psychischer Reiz kann vom Gehirn aus durch Vermittelung des Vagus auf den Magen einwirken und auf diesem Wege ruft der Anblick begehrter Speisen die Absonderung des Magensaftes hervor (ebenso wie die Absonderung des Speichels). Es ist also für die Verdauung von grosser Wichtigkeit, dass man die Speisen mit Appetit zu sich nimmt. Zweitens wird die Thätigkeit des Magens vom Munde aus angeregt, wenn die Nahrung gekaut wird, dabei kommt auch der Geschmack der Speisen in Betracht, ferner das Einspeicheln und die objektive Veränderung der chemisch physikalischen Beschaffenheit der Nahrung. Schon beim Kauen indifferenter Stoffe (z. B. Linnen) wird Magensaft abgeschieden, noch mehr bei lebhafter Reizung der Geschmacksorgane, die stärkste und gehaltvollste Sekretion erfolgt beim Kauen gewürzfreier Nahrung, insbesondere beim Kauen schmackhafter Speisen. Auch die Absonderung des Speichels an sich schon hat direkten Einfluss auf die Sekretmenge im Magen In gleicher Weise wie vorhin geschieht die Uebertragung dieser Reize auf den Magen durch den vom Gehirn ausgehenden Magennerven (Vagus). Der erste und wichtigste Verdauungssaft des Magens ist folglich in seiner Entstehung unabhängig vom Mageninhalt und zum grossen Theil schon vorhanden, wenn der letzte Bissen im Magen eintrifft. Erst allmählich,

mit Abnahme dieser Sekretion, entfalten die Speisen im Magen einen lokalen Reiz. Die percipirenden Nervenendigungen der Magenschleimhaut übertragen den Lokalreiz auf Nerven des Sympathicus, die anfangs mit dem Vagus zusammen, später allein die Absonderung weiterführen und beenden. Nicht jeder chemische Reiz ist geeignet, rein lokal zur Saftabscheidung zu veranlassen. Einige Speisen, z. B. Fleischbrühe, enthalten von vornherein sekretionsanregende Stoffe, in anderen, z. B. Brod, müssen sich dieselben erst bilden in Form „wirksamer Verdauungsprodukte". Die Entstehung solcher ist aber ohne das obengenannte sogenannte Vagussekret undenkbar. — Alle Magenverdauung beruht also auf dem Gemisch zweier Sekrete, die durch Vermittlung der Nerven zur Abscheidung kommen. Die Nerven haben die Fähigkeit, den Saft der Drüsen nach Menge und Gehalt zu variiren. Es frägt sich nun, ist dieser Mechanismus so fein geartet, dass eine Anpassung des Saftes an die Bedürfnisse der Nahrung stattfindet? Dies ist in der That der Fall, wie russische Forscher am Hund, dessen Magenverdauung ja der menschlichen sehr ähnlich ist, bewiesen haben. Mit Hilfe sinnreich berechneter und glänzend durchgeführter Operationen gelang ihnen eine einwandsfreie direkte Beobachtung der jeweiligen Absonderung. Es zeigte sich erstens die Proportionalität zwischen Saft und Nahrungsmenge. Des Weiteren erkannte man, dass Gang und Geschwindigkeit der Sekretion stets gleich sind für dieselbe Nahrungsart; jeder Nahrungsstoff hat eine typische Kurve des Sekretionsverlaufes, ein Abbild der Anforderungen der Nahrung. Die qualitativen Eigenschaften des Magensaftes, insbesondere der Pepsingehalt, passen sich aufs wunderbarste der Menge und Art des zu verdauenden Eiweisskörpers an. Die verschiedenen Eiweisssorten beanspruchen Fermentmengen, wie sie ihrer verschiedenen Verdaulichkeit entsprechen. Vegetabilisches Eiweiss braucht mehr Pepsin zur Verdauung als animalisches, z. B. Brodeiweiss fünfmal mehr als die gleiche Menge Milcheiweiss. — Die Beobachtungen am Menschen haben zu ungefähr denselben Resultaten geführt wie die Thierversuche. Wie beim Magen, so hat man auch bei der Bauchspeicheldrüse beobachtet, dass die

Zusammensetzung des Sekretes nach der Art der Nahrung verschieden ist. — Da die Absonderung des Magensaftes durch die Nerven des Magens veranlasst wird, ist es begreiflich, dass Erkrankungen anderer Organe durch Vermittlung des Nervensystems Störungen in der Thätigkeit des Magens hervorrufen können.

An der Diskussion betheiligten sich die Herren: Engler, Meidinger, Tross.

555. Sitzung am 14. Dezember 1900.

Anwesend 33 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.

Herr Geh. Hofrath Dr. Haid berichtete zunächst über die neueren Resultate bezüglich der Verschiebung der Erdaxe im Erdkörper und über den zur Erforschung dieses Phänomens eingerichteten internationalen Polhöhendienst, der nunmehr seit Mitte Dezember 1899 auf allen sechs Stationen, Mizusawa in Japan, Tschardjici am Amu-Darja in Buchara, Carloforte auf San Pietro bei Sardinien, Gaithersburg bei Washington, Cincinnati und Ukiah in Californien, im Gange ist. Dieselben liegen sämmtlich innerhalb weniger hundert Meter auf demselben Parallelkreis und sind rund um die Erde so vertheilt, dass durch ihr Zusammenwirken eine möglichst sichere Bestimmung der Verschiebung der Erdaxe erzielt wird. Eine weitere, die mathematische Figur der Erde interessirende Frage betrifft die Wirkung des Gegensatzes von Festland und Ocean auf die Erdgestalt. So lange nicht Messungen der Schwerkraft auf offenem Meer vorgenommen werden können, und es ist dies bis jetzt nur ein einziges Mal bei der Nansen'schen Nordpolfahrt in 84^0 und 86^0 Breite bei 3 km Meerestiefe und festgefrorenem Schiff gelungen, so lange fällt die Entscheidung dieser Frage den Resultaten der grossen Gradmessungen zu. Von solchen sind in Europa die hauptsächlichsten jene längs des gemessenen französisch-englischen und des russisch-skandinavischen Meridianbogens, sowie die Längengradmessung in 52^0 Breite von Irland bis zum Ural. Als eine theilweise Wirkung der Kontinentalmasse Europas ist der neuerdings aufgedeckte Umstand zu deuten, dass die kleinen Halbaxen der Ellipsen des russisch-

skandinavischen und des französisch-englischen Bogens nicht zusammenfallen, sondern einen Winkel von 5" bilden, so dass die geographischen Breiten der Punkte der russischen Gradmessung um diesen Betrag sich zu gross ergeben, wenn die Meridianellipse nach der französisch-englischen Gradmessung als normal betrachtet wird. Soweit man aus den ermittelten Lotabweichungen schliessen kann, sind die durch die Kontinentalmassen innerhalb Europas bewirkten Störungen in der Höhenlage gegenüber einer ellipsoidischen Erdgestalt etwa 100 m. Ferner wurde die Bestimmung der Abplattung der Erde aus Messungen der Schwerkraft berührt und über die zu diesem Zweck ausgeführten Pendelbeobachtungen berichtet. Um die über die Erde zerstreuten bis jetzt ausgeführten 1500 Messungen dieser Art mit einander vergleichbar zu machen, ist vor allem eine gute Vergleichung der als Ausgang dienenden Centralstationen zu bewirken. Dazu sind in der letzten Zeit relative Pendelmessungen in Potsdam, Kopenhagen, Christiania, Tokio, Bukarest, Washington, London, Greenwich, Kew, Paris und von dem Berichterstatter in Karlsruhe, Strassburg, Leiden, Paris, Padua, Wien und München ausgeführt worden. Für Karlsruhe ergibt sich darnach die Schwerkraft zu 980,982 cm. Zum Schluss wurde noch über die zur Zeit in Ausführung begriffenen beiden Gradmessungen in Peru-Ecuador uud auf Spitzbergen referirt und auch die nunmehr zu Stande gekommene direkte Verbindung des deutschen Dreiecksnetzes im Elsass mit dem französischen Netz erwähnt.

Herr Geh. Rath Professor Dr. Engler berichtete dann in Kürze über eine Besichtigung einer grossen Gasquelle im Bienwald. Die Aehnlichkeit der geologischen Verhältnisse gewisser Theile der Rheinebene mit dem Petroleumgebiet des Elsass, zumal auch die Nähe der sehr ergiebigen Erdölfelder von Pechelbronn liessen es nicht aussichtslos erscheinen, dass auch im Bienwald Erdöl aufzufinden sei. Der sehr unternehmende Fabrikant Karl Ringwald aus Emmendingen liess in Verbindung mit einem grösseren Konsortium an verschiedenen Stellen jenes Waldes Bohrungen ausführen, deren letzte bei einer Tiefe von 290 m in der Nacht vom 11. zum 12. Dezember zu einem gewaltigen Gasausbruch führte. Nur mit Mühe

konnten sich die drei in dem 22 m hohen Bohrthurm beschäftigten Arbeiter retten, denn da sich die Gase an einer oben im Thurm hängenden Laterne entzündeten, stand derselbe binnen weniger Sekunden in Flammen und brannte vollständig nieder. Bei der am Vormittag des 12. Dezember stattgehabten Besichtigung durch den Berichterstatter schlug die Flamme noch einige Meter hoch aus dem Bohrloch, konnte aber gelöscht werden. Ein Glück, dass feuchtes Wetter herrschte, andernfalls hätte leicht ein Waldbrand entstehen können. Die inzwischen bereits durchgeführte vorläufige Analyse ergab über 80 Proz. Methangas, in Verbindung mit dem charakteristischen Geruch des Gases und der eigenthümlich gefärbten Flamme, die an die heiligen Feuer von Baku erinnern, ein ziemlich sicherer Beweis dafür, dass in der Nähe sich Petroleum finden muss. Für Freunde solcher Naturerscheinungen kann der Besuch angerathen werden; die Bohrung liegt etwa in der Mitte des Vierecks Wörth—Winden—Weissenburg—Lauterburg, in der Nähe des Dorfes Büchelberg und etwa eine Stunde von Langenberg und ebenso weit von Station Schaidt. Noch am 14. Dez. strömte das Gas mit Heftigkeit aus dem Bohrloch.

556. Sitzung am 11. Januar 1901.

Anwesend 55 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.

Herr Prof. Dr. Futterer gab in längerem Vortrag ein anschauliches Bild von Land und Leuten in Nordosttibet. Eine grosse Menge, vom Redner während der Expedition des Herrn Dr. Holderer aufgenommener Photographien diente zur Veranschaulichung, ebenso wie die Lichtbilder, deren Vorführung Herr Prof. von Oechelhäuser in liebenswürdiger Weise übernommen hatte. Ehe der Redner auf sein Thema selbst einging, gab er einen kurzen Ueberblick über die in Nordosttibet schon ausgeführten früheren Reisen, unter denen diejenigen von Prschewalskij, Roborowskij und Koslow, Rockhill, Grenard und Potanin in erster Reihe stehen. Die Resultate dieser Reisen, kombinirt mit den eigenen Erfahrungen, erlaubten es, die Verhältnisse in einer Vollständigkeit zu schildern, die für andere Theile des verbotenen Landes

bis jetzt noch unmöglich ist. Die Schilderung der Vorbereitungen für eine Reise in Tibet und der dabei zu berücksichtigenden Umstände, sowie der erwachsenden Schwierigkeiten, leiteten das Thema ein, das die morphologische Gestalt, das Klima und die äusseren Bedingungen für die Existenz von thierischen und pflanzlichen Organismen, sowie des Menschen, die Charakteristik der Flora und Fauna der Gebiete, ihre Ansiedelungen und ihre Bewohner umfasste. Besonders die letzteren, die aus Tanguten (einen tibetanischen Stamm), Mongolen und chinesischen Händlern bestehen, wurden ausführlich in ihren Eigenarten des Körperbaues, der Tracht, der Sitten und Gebräuche, ihrer Thätigkeit, des Handels und Verkehrs und endlich ihrer staatlichen Einrichtungen, sowie ihrer Geistesbildung besprochen. Ein Hinweis auf die nicht zu unterschätzende Macht des Klerus in Tibet, an dessen Spitze der Dalai-Lama steht, und auf die Nothwendigkeit diesen Einfluss, der das Land zu einem verbotenen macht, zu brechen, wenn in Tibet die Segnungen einer höheren Kulturstufe erreicht werden sollen, bildeten den Schluss des Vortrages.

557. Sitzung am 25. Januar 1901.

Anwesend 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Dr. Meidinger.

Herr Hofrath Meidinger hielt einen Vortrag über die Galvanoplastik: die Herstellung von metallischen Gebrauchsgegenständen aus Metalllösungen mittelst des elektrischen Stromes; er gab einen geschichtlichen Ueberblick über diese schöne 1838 von Jakobi in St. Petersburg erfundene Kunst, welche die verschiedenartigsten, auch in's häusliche Leben eingreifenden Anwendungen gefunden hat. Einen grossen Gewinn zog die Druckerei von dem Verfahren, indem Druckplatten von einem originalen Satz oder Stich in Kupfer hergestellt werden, wodurch unbegrenzte Mengen gleich guter Abzüge zu ermöglichen sind; bei Kupferstichen kommt auch noch die Verstählung hinzu. Monumentale Arbeiten und Zimmerdekorationen konnten in Kupfer viel billiger hergestellt werden, als in Bronzeguss, ebenso kostbare ältere Kunstgegenstände aus Metall täuschend nachgemacht, von

besonderer Bedeutung für Sammlungen. Die Versilberung machte die im Gebrauch dem theuren massiven Silber gleichwerthigen billigen versilberten Bestecke etc. aus Neusilber auch den Minderbegüterten zugänglich; die Vergoldung ermöglichte die Herstellung billigster Schmuckwaaren, die Verkupferung und Vermessingung die Verwendung von Eisen- und Zinkguss zur Patinirung, zur Herstellung von der Bronze täuschend ähnlichen Dekorationssachen. Die Vernickelung bot ein Mittel, das Eisen schön weiss zu färben und es gegen das Rosten zu schützen, wovon umfangreichster Gebrauch gemacht wird, so insbesondere bei Nähmaschinen und Fahrrädern. — Bei der Ausstellung in Paris wurden einige Neuheiten der massiven Galvanoplastik vorgeführt, so namentlich die sogenannten Elmore-Röhren, Kupferröhren ohne Naht von 1 mm bis zu 2 m Durchmesser, letztere bis 3 m Länge, eine wahre Merkwürdigkeit (in Deutschland allein ausgeführt von Elmore's Metall-Aktien-Gesellschaft in Schladern). Die berühmte Christofle'sche Fabrik führte als etwas ganz Neues Abdrücke von kleinen Thieren, Pflanzen, Blumen etc. in überraschender Naturtreue vor, über deren Herstellung Näheres noch nicht bekannt wurde; früher wusste man die betreffenden Gegenstände nur mit Kupfer zu überziehen, wobei die Feinheit der Oberfläche etwas litt. Siemens & Halske in Berlin zeigten verzinkte Stahlröhren, welche bei Dampfkesseln Verwendung finden. Auch der von der Kunstanstalt der Württembergischen Metallwaarenfabrik in Geislingen hergestellten „Galvanobronze" namentlich der Kerngalvano's, Niederschläge auf Gips, wurde gedacht. — Zum Schluss wurde noch hingewiesen auf die Elektrogravure, die Herstellung von gravirtem Stahl zum Prägen durch elektrisches Lösen des Stahls, eine höchst sinnreiche Erfindung von J. Rieder in Leipzig, ausgeübt von der „Elektrogravüre" in Leipzig. (Eingehend wird über die Entwickelung der Galvanoplastik von Hofrath Meidinger zur Zeit in der „Badischen Gewerbezeitung" von Nr. 3 d. J. an berichtet.) Vorzeigungen von Niederschlägen der verschiedensten Art aus den Sammlungen der Landesgewerbehalle und der Technischen Hochschule, theilweise vom Redner selbst gefertigt, unterstützten den Vortrag.

558. Sitzung am 15. Februar 1901.

Anwesend 42 Mitglieder. Vorsitzender Herr Hofrath Prof. Dr. Lehmann.

Der Vorsitzende theilte zunächst mit, dass Herr Hofrath Dr. Meidinger, der seit 32 Jahren Sekretär des Vereines ist, am 29. Januar seinen 70. Geburtstag gefeiert habe und in Anerkennung seiner vielen Verdienste um den Verein seitens des Vorstandes zum Ehrenmitglied ernannt worden sei. Eine Abordnung des Vorstandes habe ihn persönlich davon in Kenntniss gesetzt. Der Vorsitzende ersucht den Verein um nachträgliche Zustimmung, die auch unter Beifall ertheilt wird.

Herr Hofrath Dr. Meidinger dankt dem Verein verbindlichst für die ihm zu Theil gewordene Ehrung und hofft dem Verein noch weiter seine Dienste widmen zu können.

Der Vorsitzende legte alsdann verschiedene eingelaufene Mittheilungen vor: von der Société Entomologique de Belgique in Brüssel, welche den Tod des Baron von M. E. de Selys-Longschamps anzeigt, ferner Einladung zum internationalen Zoologenkongress in Berlin August 1901.

Herr Prof. Dr. Schultheiss berichtete sodann über das sog. Wetterschiessen, das seit einigen Jahren vornehmlich in Steiermark und in Oberitalien — hier an etwa 2 000 Orten — bei heranziehenden schweren Gewittern ausgeübt wird, um die Hagelbildung zu hintertreiben. Das Schiessen, ist, ebenso wie das Glockenläuten, in den Alpenländern ein alter Brauch, zu weiterer Ausbildung und Verbreitung ist es aber durch Bürgermeister Stiger in Windisch-Feistritz in Steiermark gebracht worden, der seine werthvollen Weinberge, deren Ernte in den letzten Jahren fast regelmässig durch Hagel vernichtet wurde, dadurch schützen wollte. Nach den durchaus glaubwürdigen Aussagen Stigers hat es in Windisch-Feistritz nicht mehr gehagelt, seitdem er vor dem Ausbruch von Gewittern schiesst; er verwendet dazu 45 cm hohe Böller, auf welche ein 4 m langer, oben etwa 80 cm weiter Trichter aufgesetzt ist, und welche mit 180 gr Pulver geladen werden. Aus den sogenannten Stigerkanonen fährt mit einem zuerst heulenden, dann pfeifenden Ton ein nur im reflektirten Lichte sichtbarer Luftwirbelring heraus, der — allerdings nur auf kurze Entfernungen — grosse Kraft-

äusserungen erkennen lässt; so zerreisst er beispielsweise in 100 m Entfernung dickes Packpapier, das auf Scheiben gespannt ist und bei näher gerückten Scheiben zertrümmert er häufig die aus Latten von 4/6 cm Querschnitt gebildeten Umrahmungen. Praktiker und Theoretiker sind darin einig, dass es nur dieser Luftwirbelring sein kann, der die behauptete Wirkung ausübt. Nach oberflächlich angestellten Berechnungen glaubte man annehmen zu dürfen, dass der Wirbelring mindestens 1 500, wenn nicht 2 000 m hoch hinaufginge, somit also leicht in Gewitterwolken eindringen könne; die unter Leitung von Prof. Pernter aus Wien in Windisch-Feistritz angestellten messenden Versuche haben aber ergeben, dass die Wirbelringe nur auf kurze Entfernungen grössere Energie besitzen und dass sie bei wagrechtem Schusse schon in 200 m, bei senkrecht nach oben gerichtetem in 250 m aufgelöst seien, also nur in besonders günstigen Verhältnissen, die allerdings in Windisch-Feistritz vorhanden sind, in Gewitterwolken eindringen können. Die in Italien verwendeten Schiessapparate mit kleineren Abmessungen ergeben noch weniger wirksame Schüsse. Damit haben die theoretischen Bedenken, welche gegen das Hagelschiessen vorgebracht werden, eine gewichtige Stütze bekommen, doch darf diesen auch anderseits keine zu grosse Bedeutung beigemessen werden, da die Vorgänge, welche zur Hagelbildung führen, noch zu wenig bekannt sind. Auf den Vorschlag von Prof. Pernter, der von der österreichischen Regierung mit den Untersuchungen über das Wetterschiessen betraut ist, wird die Frage, ob es wirklich die behauptete günstige Wirkung habe, dadurch zu lösen versucht, dass auf einem 40 qkm grossen Versuchsfeld in Steiermark, das mindestens eine Schiessstation auf dem Quadratkilometer tragen soll, vom nächsten Sommer an gegen alle Gewitter geschossen wird; ausserdem wird ein dichtes Netz von Beobachtungsstationen errichtet, an denen alle Gewittervorgänge eingehend verfolgt und aufgezeichnet werden. Nur auf diese Weise kann Klarheit geschaffen werden, denn auf die Aussagen der Betheiligten darf nicht zu viel gegeben werden. Es haben bereits zwei zahlreich besuchte Wetterschiesskongresse — in Casale und in Padua —

stattgefunden, auf denen jeweils unter grosser Begeisterung die Resolutionen gefasst wurden, dass die Wirksamkeit des Hagelschiessens undiskutirbar gewiss sei, wiewohl nicht wenige Fälle bekannt geworden waren, in denen es trotz Schiessens gehagelt hatte. Es ist also bis jetzt noch nicht einmal sicher festgestellt, ob das Wetterschiessen wirklich den Hagel vertreibt, es ist deshalb auch ganz müssig, vorerst nach Erklärungen zu suchen.

An der sich anschliessenden Diskussion betheiligen sich die Herren: Ammon, Honsell, Klein, Lehmann Meidinger und Treutlein.

Herr Prof. Dr. Futterer sprach sodann über Beobachtungen am Eise des Feldberges im Schwarzwald. Der Vortrag ist in erweiterter Form unter den Abhandlungen dieses Bandes zum Abdruck gebracht.

559. Sitzung am 1. März 1901.

Anwesend 80 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neuangemeldetes Mitglied: Herr Geh. Oberpostrath Hess.

Im grossen Hörsaal des elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule sprach Herr Dr. Teichmüller über „Die neueren Bestrebungen auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung“. Diese lassen sich nach den Ausführungen des Redners bezeichnen als Bestrebungen, das elektrische Licht billig zu machen. Die Qualität des Lichtes ist gut, nur die Quantität, die Lichtmenge, die man für einen bestimmten Preis erhält, lässt zu wünschen übrig. Hätte das elektrische Licht nicht so viele Vorzüge vor den anderen Beleuchtungsarten, wäre seine Handhabung nicht so ausserordentlich bequem, es würde überhaupt nicht bestehen können.

Die Vorzüge des elektrischen Lichtes waren so gross, dass es sich trotz seines verhältnissmässig hohen Preises sein grosses Gebiet schnell eroberte und dem Gaslicht gefährliche Konkurrenz zu machen drohte. Dadurch wurde das Gaslicht zu neuen Fortschritten gedrängt, und als dieses mit dem Auerbrenner einen auf technischen Gebieten fast beispiellosen Erfolg errungen hatte und der Preis der Gas-

beleuchtung damit bedeutend billiger geworden war, musste nothwendigerweise das elektrische Licht neue Anstrengungen machen, um dem Gegner die Waage zu halten.

Damit das elektrische Licht billig werde, muss 1. die elektrische Energie billig erzeugt werden, 2. muss sie billig vertheilt werden, das heisst die Leitungen, die zur Vertheilung der elektrischen Energie dienen, müssen billig werden, 3. muss eine bestimmte Menge elektrischer Energie eine möglichst grosse Menge Licht liefern, die sogenannte Oekonomie der Lampen (richtiger gesagt: ihr spezifischer Energieverbrauch) muss möglichst gross werden, 4. muss der Preis des Lichtes richtig bemessen werden, was bei Elektrizitätswerken mit beträchtlichen Schwierigkeiten verbunden ist. Von diesen vier Punkten interessiren besonders der zweite und dritte, die der neueren Elektrotechnik ganz besonders ihr eigenartiges Gepräge aufgedrückt haben.

Die Leitungen werden dünn, also billig, wenn die elektrische Spannung möglichst gross gewählt wird, und zwar wird bei doppelter Spannung die Leitung den vierten Theil so dick. Wenn man nun für die Uebertragung nicht eine andere Spannung wählen will als für die Verwendung der elektrischen Energie, wenn man also von dem leicht transformirbaren Wechselstrom absehen will, so ist die Grenze für die Spannung durch die Glühlampen gezogen, denn diese lassen sich für hohe Spannungen nicht mehr herstellen, und die Schwierigkeit der Herstellung wächst mit der Zunahme der Spannung erheblich. Bis vor einigen Jahren konnte man nur Glühlampen (von der gebräuchlichen Kerzenstärke) bis zu Spannungen von 110 Volt herstellen. Eine Lampe von gleicher Lichtstärke würde bei einer Spannung von 220 Volt einen doppelt so langen und halb so dicken Kohlenfaden erhalten müssen. So zerbrechliche Fäden hat man erst in den letzten Jahren dauerhaft herzustellen gelernt, und seitdem werden die neuen Elektrizitätswerke mehr und mehr mit Spannungen von 150 bis 220 und mehr Volt gebaut. Allerdings haben sich die Glühlampen für diese hohen Spannungen noch lange nicht so gut bewährt als die für 110 Volt; ihre Oekonomie ist geringer und ihre Brenndauer ebenfalls.

Der Nachtheil, dass man bei 220 Volt vier Bogenlampen, statt der bisherigen zwei, hintereinander schalten musste, wurde dadurch zum Theil beseitigt, dass man eine Bogenlampe mit luftdicht abgeschlossenem Lichtbogen einführte, deren Spannung etwa 78 Volt statt 45 Volt beträgt. Bei diesen Lampen brennen ausserdem die Kohlen viel langsamer ab, etwa in 65 Stunden, während die gewöhnlichen Lampen nur 8 bis 15 Stunden mit einem Kohlenpaare brennen. Leider ist auch bei diesen Bogenlampen, den sogenannten Dauerbrandlampen die Oekonomie schlecht.

Indem wir also die Spannungen erhöht haben, um billige Leitungen zu erhalten, also um die zweite der oben gestellten Bedingungen zu erfüllen, haben wir gleichzeitig gegen die dritte Bedingung verstossen. Die Oekonomie oder der spezifische Energieverbrauch der verschiedenen Lampen ist ungefähr folgende:

Glühlampen für 110 Volt zu 16 Kerzen beanspruchen 3,5 Watt pro Kerze.

Glühlampen für 220 Volt zu 16 Kerzen beanspruchen 4 bis 5 Watt pro Kerze (neuerdings scheinen diese Lampen etwas besser geworden zu sein).

Gewöhnliche Bogenlampen für Gleichstrom beanspruchen 0,4 bis 0,5 Watt pro Kerze.

Dauerbrandbogenlampen beanspruchen 0,8 Watt pro Kerze.

Gewöhnliche Bogenlampen für Wechselstrom beanspruchen 1,0 Watt pro Kerze.

Bremer'sche Bogenlampen für Gleichstrom beanspruchen 0,13 Watt pro Kerze.

Bremer'sche Bogenlampen für Wechselstrom beanspruchen 0,5 Watt pro Kerze, vielleicht noch weniger.

Die zuletzt genannte Bremer'sche Bogenlampe ist eine Erfindung des vergangenen Jahres. Ihre grosse Oekonomie ist durch eine starke Tränkung der Kohlen mit calcium-, silicium- oder magnesiumhaltigen Verbindungen und durch eine eigenthümliche Stellung der Kohlen erreicht. Ist die Oekonomie wirklich so ausserordentlich hoch, wie die vorläufigen Messungen ergeben haben, so bedeutet sie

einen sehr grossen Fortschritt und wird vermuthlich bald weite Verbreitung finden.

Eine andere interessante Neuerung der letzten Jahre stellt die sogenannte Dreischaltungslampe dar, eine Bogenlampe, bei der es durch feinen Regulirmechanismus und sorgfältige Herstellung der Kohlen erreicht ist, drei Bogenlampen in einen Stromkreis von 110 Volt hintereinander zu schalten. Dieser Fortschritt bewegt sich also, verglichen mit dem durch die Dauerbrandlampe erreichten, zum Theil in entgegengesetzter Richtung. Die Oekonomie ist um etwa 20 Proz. gegenüber den gewöhnlichen Bogenlampen erhöht.

Die Versuche, die Oekonomie der Glühlampen zu vergrössern, sind lange Zeit erfolglos geblieben, und zwar aus einem sehr einfachen Grunde: Ein erwärmter Körper gibt bei genügend hoher Temperatur Energie in Form von Licht und Wärme ab, und die Lichtabgabe wird im Verhältniss zur gesammten Energieabgabe um so grösser, je höher die Temperatur des Körpers ist. Eine Glühlampe wird also um so ökonomischer brennen, je höher die Temperatur des Glühfadens ist. Es ist leicht, die Temperatur durch passende Wahl der Abmessungen des Fadens und der Spannung zu steigern, aber je mehr die Temperatur, die bei der gewöhnlichen Lampe etwa 1 700° Celsius beträgt, gesteigert wird, um so kleiner wird die Lebensdauer der Lampe, denn die Kohle verflüchtigt sich. Man hat Glühlampen hergestellt, deren specifischer Verbrauch 2,5 Watt pro Kerze und weniger beträgt, ihre Lebensdauer ist aber geringer als halb so gross wie die der Lampen für 3,5 Watt pro Kerze. Mit der Kohle als Material für den Glühfaden wird man eine grosse Erhöhung der Oekonomie nicht erreichen können.

Diese Ueberlegungen führten Nernst zu der nach ihm benannten Elektrolyt-Glühlampe. In dieser besteht der Glühkörper in einem Stäbchen, das gerade so, wie bei der gewöhnlichen Glühlampe vom elektrischen Strome durchflossen und dadurch zum Glühen gebracht wird. Das Stäbchen besteht aus einem sogenannten festen Elektrolyten, und zwar neuerdings aus Magnesiumoxyd oder Yttriumoxyd. Diese Oxyde haben die Eigenschaft, sehr hohe Temperaturen

auszuhalten, etwa 2 000 bis 2 500° Celsius, und geben infolge dessen bei demselben Energieverbrauche viel mehr Licht. Ein anderer Vortheil besteht darin, dass die Glühstäbchen nicht in einen luftleeren Raum eingeschlossen zu werden brauchen, weil sie nicht, wie die Kohlenfäden, verbrennen können. Diesen Vortheilen stehen aber zwei Nachtheile gegenüber, nämlich, erstens der, dass die Stäbchen erst bei hohen Temperaturen leitend werden und deshalb bis auf etwa 500 bis 700° Celsius vorgewärmt werden müssen, ehe der elektrische Strom sie weiter glühend erhalten kann. Der zweite Nachtheil ist der, dass der Widerstand der Stäbchen auch in der Gegend ihrer normalen Glühtemperatur mit zunehmender Temperatur stark abnimmt. Steigt also einmal der Strom aus irgend einer Ursache an, wird also hierdurch die Erwärmung des Stäbchens grösser, so hat der Strom die Neigung, noch weiter anzusteigen und die Temperatur zu erhöhen, so dass das Stäbchen schliesslich leicht Schaden leiden kann.

Die Beseitigung dieser Nachtheile und noch andere Schwierigkeiten, die sich der praktischen Ausbeutung der Nernst'schen Erfindung entgegenstellten, hat die Allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, die die Patente erworben hat, schon seit mehreren Jahren beschäftigt. Jetzt endlich wird die Lampe ausgegeben, aber auch erst noch leihweise, gegen eine Jahresmiethe von 3 M. und Zahlung von 30 Pf. für Austausch ausgebrannter Lampen. Die Lampe erscheint in zweierlei Form, für Fremdzündung (durch ein Streichholz) und für Selbstentzündung. Die Selbstentzündung geschieht durch eine Platinspirale, die zuerst vom Strome durchflossen wird und, hierdurch in's Glühen gebracht, das von ihr umgebene Stäbchen vorwärmt bis dieses selbst genügend leitend wird. Die Platinspirale wird dann selbstthätig, durch einen in der Lampenfassung verborgenen kleinen Elektromagneten ausgeschaltet.

Der spezifische Verbrauch der Lampe beträgt 1,7 Watt pro Kerze. Sie kann leicht für 220 Volt und ohne Mühe für 500 Volt Spannung gebaut werden, wodurch sie der gewöhnlichen Glühlampe gegenüber wiederum im Vortheil ist. Sie wird die gewöhnliche Glühlampe nicht verdrängen,

sondern nach Ansicht der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft eine Mittelstellung zwischen dieser und der Bogenlampe einnehmen, z. B. zur Beleuchtung von Schaufenstern, Wirthschaften u. dgl. dienen.

In letzter Zeit macht eine neue Erfindung Auers viel von sich reden, desselben Mannes, der das Gasglühlicht erfunden hat. Auer benützt an Stelle des Kohlenfadens im luftleeren Raum einen Faden aus Osmium, einem bisher sehr seltenen Metalle, das dem Platin verwandt ist. Osmium besitzt von allen Metallen den höchsten Schmelzpunkt und kann auf sehr hohe Temperaturen gebracht werden, ohne sich zu verändern; die Lichtabgabe ist bei diesen Temperaturen wiederum verhältnissmässig sehr gross, so dass die Lampe nur 1,5 Watt pro Kerze gebraucht. Leider kann sie bis heute nur für Spannungen bis etwa 50 Volt gebaut werden. Man darf ihrer Einführung mit grossem Interesse entgegensehen. Auer behauptet, sie eben so billig liefern zu können, wie die gewöhnliche Glühlampe; er hat es verstanden sich das Osmium in grossen Mengen sehr billig zu beschaffen, ähnlich wie er s. Z. plötzlich die bis dahin ausserordentlich seltenen aktiven Bestandtheile des Glühlichtstrumpfes in grossen Mengen herbeizauberte.

Ein Seitenstück zu der Nernst-Lampe scheint die Elektrolyt-Bogenlampe des Nürnberger Ingenieurs E. Rasch werden zu wollen. Rasch benutzt an Stelle der Kohlenstifte Stäbe aus ähnlichen Oxyden, wie sie Nernst in seiner Lampe verwendet. Der Erfolg ist derselbe: die Temperatur der Stabenden, zwischen denen der Lichtbogen gebildet wird, wird ausserordentlich hoch, höher als die der Kohlenstäbe der gewöhnlichen Bogenlampe, und die Lichtausbeute nimmt deshalb zu. Die Lampe hat auch denselben Nachtheil wie die Nernst-Lampe; die Stifte müssen vorgewärmt werden, um leitend zu werden. Da aber eine Bogenlampe so wie so einen Mechanismus besitzen muss, so fällt der Nachtheil hier lange nicht so schwer in's Gewicht wie bei der Nernst'schen Glühlampe.

Nur wenige von den aufgezählten Neuerungen sind schon in die Praxis eingeführt, gerade die wichtigsten und aussichtsvollsten harren noch ihrer praktischen Erprobung. — Zweifellos ist es das Auer'sche Gasglühlicht gewesen, das

den Ansporn zu den neueren Forschungen und Erfindungen gegeben hat. Der Fortschritt auf dem Gebiete der elektrischen Beleuchtung war in's Stocken gerathen, und es bedurfte eines so mächtigen Anstosses, wie er nur von einem so gewaltigen Feinde ausgeübt werden konnte, um neue Erfindungen erstehen zu lassen. Mag die praktische Ausbeutung der neuen Erfindungen auch noch so viele Schwierigkeiten bereiten, sie werden überwunden werden; der Drang nach Neuem, Besserem ist zu gross und das erreichte Neue ruht auf zu sicherer Grundlage, als dass man fürchten müsste, praktisch doch nichts erreicht zu haben.

Herr Geh. Hofrath Prof. Dr. Bunte machte in der an den Vortrag sich anschliessenden Diskussion noch nähere Mittheilungen über die Auer'sche Osmiumlampe.

560. Sitzung am 15. März 1901.

Anwesend 29 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler. Neuangemeldete Mitglieder: die Herren Hoflieferant Otto Fischer, Legationsrath Dr. Heintze.

Der Vorsitzende legte zunächst das unlängst erschienene Werk von Prof. Dr. Futterer „Durch Asien", Band I „Geographische Charakterbilder", vor, dessen Herausgabe vom Grossh. Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts nach Befürwortung des Vorstandes des Naturwissenschaftlichen Vereins durch einen namhaften Beitrag an den Verleger ermöglicht wurde. Er bemerkte dabei, dass eine Anzahl von Besprechungen und Kritiken, die bis dahin eingegangen waren und von Fachleuten des In- und Auslandes stammten, sich sehr anerkennend über das Werk aussprachen, das dem Vereine zum Stolze gereiche.

Herr Otto Ammon sprach sodann über Keimesvariabilität und Keimesauslese.

Der Kampf ums Dasein, die natürliche Auslese, das Ueberleben des Passendsten sind Ausdrücke, die von der Selektionstheorie in die allgemeine Sprache übergegangen sind. Zweifellos bezeichnen sie mitwirkende Faktoren der stammesgeschichtlichen Entwickelung, aber doch nur formgebende, und zwar zurückschneidende in Bezug auf nachtheilige Abänderungen und konservirende in Bezug auf nützliche Abweichungen von der Norm. Das eigentliche schöpfe-

rische Prinzip der Entwickelung liegt in ihnen nicht, denn die natürliche Auslese kann immer nur das erfassen, was ihr dargeboten wird; neue Formen kann sie nicht hervorbringen. Das thut die individuelle Variabilität, die bisher im Vorbeigehen unter den Voraussetzungen der Entwickelungstheorie genannt wurde und sozusagen als Veilchen im Verborgenen blühte, obschon sie das wichtigste Prinzip der Theorie darstellt. Man hat es bisher beinahe als selbstverständlich angesehen, dass die Nachkommen kleine Abweichungen von ihren Eltern darbieten und hat darauf den Kampf ums Dasein auslesend wirken lassen. Versucht man aber, sich eine Vorstellung von der Variabilität zu machen, so stösst man auf sehr grosse Schwierigkeiten. Die konstante Vererbung der Spezies erfordert eine durch Jahrtausende hindurch andauernde Unveränderlichkeit der Keimsubstanz, und die Variabilität setzt eine Eigenschaft voraus, die mit der Konstanz beinahe unvereinbar ist. Weismann, der die Fragen der Vererbung seit mehr als 20 Jahren wohl am folgerichtigsten durchgedacht hat, hielt lange Zeit fest an der Vorstellung einer starren Unveränderlichkeit (Kontinuität) der Keimsubstanz. Nur die Verschiedenheit der Eltern bei der zweigeschlechtlichen Fortpflanzung sollte ihm zufolge eine Quelle der Variabilität sein, weil die Anlagen der Eltern in verschiedenem Maasse in den Kindern gemischt werden. Nachdem er die Unhaltbarkeit dieser Annahme erkannt hatte, trat Weismann mit seiner „Germinalselektion" hervor, der Annahme der Variabilität der einzelnen Grundelemente der Keimsubstanz, wobei die Elemente sich gegenseitig die Nahrung streitig machen und in Folge dessen eine Art Kampf ums Dasein schon vor der Befruchtung ausfechten. Den einzelnen selbständigen Theilen des fertigen Thierkörpers müssen im Keim bestimmte Elemente entsprechen, die Weismann Determinanten genannt hat. Beispielsweise muss der runde Fleck auf einem Schmetterlingsflügel eine Determinante im Keim haben, sonst würde nicht dieser Fleck bei allen Individuen durch unzählige Generationen hindurch zum Vorschein kommen. Das Keimplasma muss daher eine bestimmte Zusammensetzung, ein bestimmtes Gefüge und einen bestimmten Aufbau

haben, letzteres aus dem Grunde, weil sonst nicht die betreffenden Körpertheile immer an die rechte Stelle kommen könnten. Wenn nun den Körpertheilen A, B, C, D, E, F, . . . die Determinanten des Keimplasmas a, b, c, d, e, f, ... entsprechen, so kann man sich vorstellen, dass die Determinanten mit einander um die in der Blutbahn vorhandene Nahrung kämpfen, sowie dass in Folge davon einige Determinanten stärker werden als andere. Gesetzt, b und e seien stärker geworden auf Kosten der übrigen (a, c, d, f), so würden die Theile B und E an dem fertigen Nachkommen stärker ausgebildet erscheinen, die Theile A, C, D, F etwas schwächer. Weismann hat die Möglichkeit einer verschiedenen aktiven und passiven Ernährung der Determinanten näher begründet, worauf wir hier aber nicht eingehen können. Es bleiben noch genug Schwierigkeiten übrig. Innerhalb eines „Abänderungsspielraumes" sind kleine Abweichungen weder nützlich noch schädlich; erst wenn die Abweichungen einen gewissen Grad erreichen, kann das eine oder das andere eintreten. Hier haben wir nun eine der grössten Schwierigkeiten der Entwickelungstheorie vor uns. Die Theorie behauptet, dass nützliche Abänderungen ausgelesen und erhalten, schädliche vernichtet werden, und dass durch Summirung der kleinsten Abweichungen in den auf einander folgenden Generationen bedeutende Verschiedenheiten, neue Varietäten und Species entstehen können. Die Erfahrung und die Ueberlegung lehren uns aber, dass die kleinen Abweichungen von der bisherigen Norm, die von einer Generation zur andern entstehen können, überhaupt noch keinen „Selektionswerth" haben und daher von der Personal-Auslese weder erhalten, noch ausgemerzt werden können. Die Entwickelungstheorie verlangt eine „bestimmt gerichtete" Variabilität der Determinanten, die, wenn sie einmal eine gewisse Entwickelungsrichtung eingeschlagen hat, durch mehrere Generationen in derselben verbleibt und die Körpertheile sich in einer entsprechenden Richtung umbilden lässt, bis die Abweichung so bedeutend geworden ist, dass sie der natürlichen Auslese Anlass zum Eingreifen bietet, sei es in förderndem, sei es in rückbildendem Sinne. Weismann suchte die „bestimmt gerichtete" Variabilität der Deter-

minanten aus dem Kausalitätsprinzip heraus durch die Annahme zu erklären, dass die stärker gewordenen in der nächsten Generation die Nahrung noch energischer anziehen, und dass sie die Neigung haben, noch stärker zu wachsen, während die Determinanten nutzlos gewordener Organe immer schwächer werden, und sich nicht mehr vertheidigen können, wodurch schliesslich die betreffenden Organe „rudimentär“ werden. Durch das wechselsweise Eingreifen der „Germinal-“ und „Personal-“Auslese hat Weismann die Vorgänge in der Keimsubstanz unserer Vorstellung näher gebracht, so dass wir jetzt begreifen können, wie die Varianten entstehen, und auch, wie gewisse Abweichungen ohne Mitwirkung der Personal-Auslese in bestimmter Richtung sich weiter entwickeln können, bis sie ausreichend sind, um der Personal-Selektion Handhaben zu bieten. Der Vortragende suchte die Voraussetzungen der Keimes-Variabilität in mathematische Formeln zu fassen und aus diesen weitere Schlüsse zu ziehen. Die Weismann'sche Annahme, dass die stärkeren Determinanten sich auch stärker ernähren, würde diese nach einer geometrischen Reihe wachsen lassen, wenn die Nahrungsmenge unbegrenzt wäre und das Volumen der Keimsubstanz beliebig zunehmen dürfte. Vielleicht ist es schwer, die Richtigkeit jener Annahme zu erweisen. Es ist möglich, dass die Gestaltung des Körpertheils durch eine Determinante von anderen Molekularkräften abhängig ist, als die Ernährung der Determinante selbst; in diesem Falle wäre das geometrische Wachsthum nicht wahrscheinlich. Darum erklärte der Vortragende es für wichtig, dass sich auf mathematischem Wege eine Variabilität in bestimmter Richtung ergebe, auch ohne jene Voraussetzung. Wenn wir eine arithmetische Reihe der Varianten annehmen, und jede Auf- oder Abwärtsvariante wieder zum Mittelpunkt einer Variabilität im gleichen Spielraum machen u. s. w., so scheint es auf den ersten Blick, als ob hier eine bestimmt gerichtete Variabilität nicht entstehen könnte. Die Plus- und Minus-Varianten heben sich gegenseitig auf, denn sie pendeln nur um eine Mitte herum, und der Durchschnittswerth der Determinante bleibt von Generation zu Generation ungeändert. Der Vortragende zeigte jedoch, dass dies nur für eine gewisse An-

zahl von Generationen richtig ist. Bei unbeschränkter Variabilität wird ein Zeitpunkt kommen, an dem die Minus-Varianten vom mittleren Werth an gerechnet zum Nullpunkt gekommen sind; die darüber hinausgehenden Varianten fallen weg, während auf der Plus-Seite die Variabilität immer höher ansteigt. Es wurde gezeigt, wie nach Umfluss einer gewissen Anzahl von Generationen, die von der Breite der Variabilität abhängt, eine Erhöhung des Durchschnittswerthes der Determinante eintreten muss, und wie diese Erhöhung ebenfalls in immer rascherem Tempo erfolgt, obwohl die Voraussetzung nur von einer arithmetischen Reihe der Varianten ausging. Weiter wurde noch gezeigt, wie von diesem Ausgangspunkt aus mit jeder Generation der Spielraum der Varianten sich ausbreitet, und wie die Gesetzmässigkeit des Vorkommens der Varianten sich in dem Sinne regelt, dass die mittleren Werthe am häufigsten sind, die bedeutenderen Abweichungen selten und zwar je bedeutender, desto seltener. Die relative Häufigkeit der Varianten für die m-te Generation wird durch die Binomialcoëfficienten der m-ten Potenz angegeben. Den Grenzwerth nach einer als unendlich anzusehenden Reihe von Generationen gibt die Gauss'sche Wahrscheinlichkeitsformel, die durch die bekannte, in der Mitte anschwellende, an den Seiten spitz ausgezogene Kurve dargestellt wird. Der Beweis für die allgemeine Giltigkeit dieser Formel hat durch die Berechnungen des Vortragenden eine neue Stütze erhalten. Der Vortragende ging auch noch auf andere Quellen und Ursachen der Variabilität ein, z. B. die nicht völlige Gleichheit der Kernhälften bei der Zelltheilung, die sogenannte Reduktionstheilung mit Halbirung der Zahl der Kernstäbchen, die verschiedene dynamische Potenz der elterlichen Determinanten. Wir können dies nicht alles hier wiederholen und wollen nur noch erwähnen, dass der Redner die zweielterliche Fortpflanzung nicht als eine Ursache der Variabilität gelten liess. Wenn man die Wirkung der Amphigonie bei der Rassenmischung ansieht, so besteht sie allerdings darin, dass die reinrassigen Individuen von einer Generation zur anderen seltener werden und zuletzt die ganze Masse aus Mischlingen besteht, die eine wahre Muster-

karte von Varianten bilden. Schon nach sieben gekreuzten Generationen ist in einer Million Menschen von zwei Rassen kein einziger rassereiner mehr vorhanden, alle sind Mischlinge, wenn keine vorsätzliche Gattenwahl stattfindet. Aber in der Rasse oder Spezies selbst übt die Amphigonie eine andere Wirkung. Sie verbindet die verschiedensten Individuen mit einander, und die Wirkung ist die, dass bei den Kindern alle Abweichungen vom mittleren Typus geringer werden, dass also die Individuen einer Spezies sich mehr und mehr dem mittleren Typus nähern, die von ihm abweichenden Individuen immer seltener werden, mit anderen Worten, dass in der graphischen Darstellung der Vertheilung der Individuen im Abänderungsspielraum die Gauss'sche Kurve mehr und mehr ihren Scheitel hebt und ihre Ausläufer immer näher an die Abscissenaxe heranrückt. Die Germinal-Selektion, die Personal-Selektion und die Amphigonie sind die drei Mächte, welche die Gestalt der Thierarten bestimmen. Die Germinal-Selektion bringt die Variabilität hervor, welche bei uneingeschränkter Herrschaft die Individuen einander immer unähnlicher, den Abänderungsspielraum grösser und grösser machen würde. Die Personal-Selektion schränkt die Variabilität ein, indem sie die über den Abänderungsspielraum hinausgreifenden Individuen wegschneidet. Die zweielterliche Fortpflanzung drängt die Individuen in der Mitte des Abänderungsspielraumes zusammen, sodass die Personal-Selektion nicht mehr so viele Opfer erfordert. In Perioden gleichbleibender Lebensbedingungen bildet sich in der Ernährung der Determinanten des Keimplasmas ein Beharrungszustand, eine Kontanz der Spezies. Aendern sich Klima, Nahrung oder andere äussere Einflüsse, so machen sich neue Reize in allen Zellen des Körpers und folglich auch in den Generationszellen fühlbar, es entsteht eine Störung des Gleichgewichtes, eine nach allen Seiten vorstossende Variabilität, und daher erklärt es sich, dass beinahe immer diejenigen Varianten eintreten, die von der Personal-Auslese unter neuen Lebensbedingungen gebraucht werden. Das Keimplasma ist demnach bei konstanten Arten wirklich so starr und unveränderlich, wie Weismann glaubte, wird aber durch ungewohnte Reizeinwirkungen plastisch, um

beliebige Formen auszufüllen, man könnte sagen, wie geschmolzenes Wachs, das in jede Vertiefung eindringt.

Anknüpfend an einen in einer früheren Sitzung von Herrn Dr. Ziegler gehaltenen Vortrag über „Magenphysiologie" sprach Herr Hofrath Meidinger alsdann einige Worte über das Hungergefühl und ersuchte die anwesenden Herren Aerzte um Mittheilung, welche Erklärung über dessen Ursachen die Wissenschaft zu geben vermöge. Es ist dasselbe ja bei den verschiedenen Menschen sehr ungleich entwickelt, in manchen Fällen krankhaft mit Ueblichkeit (Heisshunger) verbunden. Redner lernte einen sehr gesunden, geistig thätigen Herrn von Mitte 70 kennen, dem das Hungergefühl überhaupt ganz fremd war und der nur mehr gewohnheitsgemäss die Speisen zu sich nahm, die ihm übrigens wohlschmeckten.

Herr Dr. Tross erklärte die Entstehung des Hungers durch Reizung eines bestimmten Theiles der Hirnrinde (Hungerzentrum), und zwar infolge von Stoffen, die im Blut zirkuliren (Heisshunger beim Diabetes). Dieses Zentrum ist bei verschiedenen Personen ungleich empfindlich uud reagirt verschieden stark auf Reize. Der Magen hat mit der Entstehung des Hungers wohl nichts zu thun.

Herr Dr. Ziegler stimmt dem Vorredner in Bezug auf das Hungerzentrum bei; die Engländer glaubten, dasselbe in den Schläfenlappen des Gehirns lokalisiren zu können, da sie Heisshunger bei Personen beobachtet haben, welche Abscesse im Schläfenlappen hatten. Diese beobachtungen sind aber kein Beweis, dass hier das Hungerzentrum liegt. Immerhin müssen wir nach Analogie anderer Zentren das Vorhandensein eines Hungerzentrums annehmen. Aber dieses Zentrum wird hauptsächlich gereizt durch sensible Nervenfasern, die vom Magendarmkanal nach dem Zentrum verlaufen, und man kann fragen, wie diese Nervenfasern erregt werden, wie also das Hungergefühl seinen ersten Ursprung nimmt.

Schon wenige Stunden nach der Geburt äussert das Kind unzweideutig ein Gefühl, das nur Hunger oder Durst oder beides sein kann. Das Kind wird unruhig, macht Saugbewegungen, fährt mit den Händchen an die Lippen, saugt auch gelegentlich am Finger. Es kann sich kurze

Zeit wieder beruhigen, aber in immer kürzeren Pausen mit gesteigerter Heftigkeit wiederholt sich dasselbe Gebahren. Schliesslich schreit das Kind laut und beruhigt sich nicht wieder, bis es entweder ermattet oder Nahrung bekommt. Erst und nur durch Einnahme von Nahrung bleibt das Kind ruhig. Kussmaul hat durch einen Versuch am hungernden Neugeborenen gezeigt, dass die Unruhe nur auf Nahrungsbedürfniss zu beziehen ist. Auf Grund dieser Beobachtungen ist anzunehmen, dass die mechanische Leere und Füllung des Magendarmkanals Hunger und Sättigung hervorrufen, indem die sensiblen Nerven das Leer- und Gefülltsein perzipiren und dem Zentrum übermitteln. Das Mageninnere hat ganz sicher eine Art von taktiler Sensibilität (Pawlow). Voluminöse, chemisch unangreifbare Stoffe in den Magen eingeführt, stillen kurze Zeit den Hunger. Andererseits thun das konzentrirte Nährpräparate nicht, weil sie nicht hinreichen, das „sentiment de la vacuité“ aufzuheben. Die Neuropathologen kennen Fälle von Anästhesie des Magendarmkanals, die mit vollkommener Appetitlosigkeit einhergehen; das Leersein wurde eben nicht perzipirt. Dass man durch Medikamente, zum Beispiel Opium, das Hungergefühl stillen kann, hat seinen Grund auch darin, dass die Sensibilität des Magendarmkanals herabgesetzt wird. Da der Hunger nach rein mechanischer Befriedigung sehr bald wiederkehrt, so muss auch noch ein anderes Moment bei der Entstehung des Hungergefühls mit in Betracht kommen. Aehnlich wie beim Durst eine Art von lokaler Austrocknung im Mund durch Reizung sensibler Nerven das Bedürfniss des Organismus nach Flüssigkeit zum Bewusstsein bringt, können möglicher Weise auch beim Mangel an allen Nahrungsstoffen oder eines einzelnen im Magendarmkanal leichte chemische Veränderungen gesetzt werden, die auf die sensiblen Darmnerven wirken oder durch Vermittelung des Blutes das Hungerzentrum beeinflussen. Dass der Hungernde den nagenden bohrenden Schmerz besonders oft in den Bereich des Magens verlegt, ist kein Beweis dafür, dass das Gefühl wirklich da seinen Entstehungsort hat. Man hat auch angenommen, dass die mangelhafte Durchblutung der Wand des leeren Magens, oder die im Hungerzustande sich

ladenden, Pepsin absondernden Zellen bei einem gewissen Füllungsgrade (Spannung) den lokalen Reiz setzten für die Entstehung der Hungerempfindung. Diese beiden Hypothesen sind aber kaum haltbar. — Aus allem ergibt sich, dass das Gefühl, durch welches das Bedürfniss nach Nahrung in normaler Weise zum Ausdruck gebracht wird und das so den Organismus vor Aufbrauchung eigener Depots schützt, in seiner Entstehung nicht vollkommen klar ist. Für pathologische Erscheinungsarten des Hungers haben wir von Fall zu Fall nach dem Grund zu suchen; generell könnte man nur Hypothesen geben. — Im gewöhnlichen Leben haben wir nicht Hunger, sondern Appetit. Der Appetit hat teleologisch eine andere Bedeutung; es ist eine psychische Funktion des Gehirns zur Regulirung der Nahrungsaufnahme und zur Erleichterung der Verdauung. Es wird ja bei grossem Appetit mehr und stärkerer Magensaft abgesondert. Reize für diese Funktion der Hirnrinde können vom Auge, von Nase und Mund übermittelt werden. Bei der Entstehung des Appetits spielen Vorstellung (Erinnerung), Gewohnheit, Stimmung eine weit grössere Rolle als der Magendarmkanal. Ferner kommt die augenblickliche Disposition in Betracht, und es ist wohl möglich, dass erhöhte und geschwächte Disposition durch einen vom Magen aus auf das Zentralorgan gehenden Einfluss bedingt ist. Auch ohne periphere Reize hann das Gehirn — lediglich die Erinnerung an das Geniessbarsein und Gutschmecken einer Speise genügt — Appetit hervorzurufen (erworbene Associationen). Appetit ist nur denkbar durch erworbene Bahnen, d. h. das Lernen zu differenziren. Das instinktive Saugen des kleinen Kindes an allen Dingen, die das Mündchen berühren, vollzieht sich auf Grund ererbter Bahnen.

561. Sitzung am 29. März 1901.

Anwesend 51 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.

Herr Prof. Futterer gab zunächst eine Uebersicht der im letzten Jahrzehnte in Baden eingetretenen Erdbeben, die ganz verschiedener Entstehungsart sind und auch in ihren Verbreitungsgebieten charakteristische Unterschiede zeigen.

So hatte das Beben vom 17. November 1891 seinen Ursprung in Senkungsbewegungen in der Breisgauer Bucht; es berührte den Kaiserstuhl nur wenig und das Schüttergebiet ging nicht bis in das Schwarzwaldmassiv hinein.

Die Erdbeben vom 13. Januar 1895, 22. Januar 1896 (das grösste) und 13. Januar 1898 hatten ihr Zentrum im Feldbergmassiv in der Gegend zwischen Titisee, Neustadt und St. Blasien. Die Region der stärksten Erschütterungen beim Erdbeben vom 22. Januar 1896 lag genau da, wo leichtere Erschütterungen früher und später eintraten, die aber kein so grosses Verbreitungsgebiet hatten, wie jenes erstgenannte, welches das ganze Schwarzwaldmassiv, soweit es aus Graniten, Gneissen und eingefalteten Schiefern besteht, umfasste, nicht aber in die Rheinebene wesentlich übergriff.

Das Erdbeben vom 19. Januar 1897, das die Umgebung von Lahr betraf, ist ähnlich dem zuerst genannten Beben in der Breisgauer Bucht auf Senkungsvorgänge an den Rheinthalspalten zurückzuführen, auch hier gingen die Erschütterungen nicht in das Schwarzwaldmassiv hinein; ebenso trat ein Erdbeben am 6. Mai 1898 an den Rheinthalabhängen aus denselben Gründen in dem Gebiete von Freiburg über Staufen nach Badenweiler ein, während die Beben vom 24. Februar 1899 und das in der Gegend von Messkirch-Sigmaringen vom 27. Januar 1900 auf das Vulkangebiet des Kaiserstuhls und der Höhgau-Vulkane beschränkt blieben.

Mehrfache Erschütterungen auf den Schotterebenen des Rheinthals sind auf Verwerfungsvorgänge im tieferen Untergrunde zurückzuführen.

Allen diesen in Baden beobachteten und sorgfältig untersuchten Erdbeben gegenüber, welche die verschiedensten Typen vorstellen, gehört das neueste Erdbeben am 24. März $4^h 20' 30''$ (Fahrnau im Wiesenthal) einem bisher nicht aufgetretenen Typus an. Nach den bis jetzt vorliegenden Berichten liegen die Gebiete der stärksten Erschütterungen im Wiesenthale zwischen Schopfheim und Häg gerade da, wo die geologische Karte die scharfe Grenze zwischen krystallinem Schwarzwaldmassiv und den südlich vorgelagerten und abgesunkenen Sedimentärgesteinen zeigt; auch die tektonische Karte enthält dort starke Verwerfungen.

Es ist möglich und wahrscheinlich, dass der Herd der Stösse in der Tiefe unter dem Feldbergmassiv liegt, wo schon mehrfach die Erdbebenzentren lagen; am Titisee sollen die Stösse vertikal von unten gekommen sein, während sie weiter im Osten bis Thiengen aus Nordwest, im Wiesenthal aus Norden und an der Rheinthalspalte (Staufen, Müllheim, Freiburg) sich von Osten fühlbar machten. In der Rheinebene wurden sie wenig empfunden, doch liegt eine Meldung aus Mülhausen vor; ebenso wurde die Nordschweiz noch schwach betroffen in Aargau und Schaffhausen, auch von Lausanne wird Geräusch gemeldet, aber von dazwischen liegenden Gebieten fehlen noch die Nachrichten. Nach Osten ging das Beben nicht über die Wutachlinie, nach Norden nicht über das Glotterthal hinaus. Es ist also ein am Südrande des Feldbergmassives entstandenes Beben, dessen Hauptwirkungen im Wiesenthal bemerkbar wurden. Ein Geräusch ging den beiden Stössen voraus, von denen der zweite der stärkere war und ebenso schloss Donner und Rollen die Erscheinung, welche als stärkste Wirkungen Klirren von Gläsern und Fenstern, Wackeln von Gegenständen, Zugehen von Thüren, zeigte, also nur einem niederen Grade der Intensität der Erdbeben angehört.

Die Berichte waren sehr rasch und zahlreich eingegangen und die Ausfüllung der von der Erdbebenkommission ausgearbeiteten und im Lande vertheilten Erdbebenfragebogen hat viel mehr zufriedenstellende Berichte ergeben, als dies bei den früheren Meldungen der Fall war. Es sei auch hier darauf hingewiesen, dass diese Fragebogen Jedermann unentgeltlich zur Verfügung stehen und auf Anfrage im mineralogischen Institut der Technischen Hochschule zu Karlsruhe, aber auch bei den Wasser- und Strassenbauinspektionen, den Forst- und Postämtern und deren Unterbeamten zu erhalten sind.

An der Diskussion betheiligen sich die Herren: Ammon, Brauer, Jahraus, Meidinger, Schultheiss, Tross, Zimmermann.

Darauf theilte Herr Geh. Rath Engler seine bisherigen *Beobachtungen* über das Vorkommen von Erdöl in *Baden* mit. Das Interesse für einen solchen Fund ist

durch die bedeutenden Aufschlüsse im Elsass und das Erbohren einer Gasquelle im Bienwald unweit Maxau in der Pfalz erneut wachgerufen worden, zumal da die geologischen Verhältnisse der rechten Rheinseite zahlreiche Analogien mit denen der linken zeigen. Kleine Mengen Petroleum finden sich als Einschlüsse in den ehemaligen Wohnkammern von versteinerten Muscheln und Ammoniten im Lias bei Station Roth-Malsch in der Richtung gegen Oestringen, sowie bei Niedereggenen unweit Schliengen, Verhältnissmässig reich an einem dem Erdöl sehr nahestehenden Bitumen sind aber vor allem die ebenfalls dem Jurakalk angehörenden Posidonienschiefer bei Langenbrücken, welche grosse Flächen auch in Württemberg (Reutlingen) bedecken und die bis zu 12 Proz. jenes Bitumens enthalten. Durch Versuche im hiesigen Laboratorium wurde gezeigt, dass dieses steifteigige Bitumen durch Druckdestillation grossentheils in Petroleum übergeführt werden kann. Vortragender ist der Ansicht, dass diese Schiefer, deren es ähnliche in mächtigen Lagern auch bei Darmstadt, in Galizien, Schottland, Australien, Amerika u. s. w. gibt, unter besonderen Bedingungen — Einsinken in wärmere Zonen, gewaltige Druckwirkungen bei Einbrüchen und Verwerfungen — eine Hauptquelle für die Bildung von Petroleum sind. Das Bitumen entstammt marinen Lebewesen, von den grossen bis zu den mikroskopisch kleinsten, welche das Weltmeer bevölkern. Sterben dieselben ab und schlagen sich mit Schlamm nieder, so bilden sich Ablagerungen, in denen die Fettreste der organischen Substanz in Bitumen übergehen. Auch über die Art und Weise, wie sich solche Massengräber marinen Lebens gebildet haben können, wurden Erläuterungen gegeben.

Bei der sich hieran knüpfenden Diskussion sprachen ausser dem Vortragenden die Herren: Ammon und Futterer.

562. Sitzung am 26. April 1901.

Anwesend 82 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler. Neuangemeldete Mitglieder: die Herren Lehramtspraktikant Reichmann, Oberstleutnant a. D. und Kammerherr Röder von Diersburg, Assistent Dr. Weilandt.

Im grossen Hörsaal des elektrotechnischen Institutes der Technischen Hochschule sprach Herr Hofrath Arnold

über das Karlsruher Elektrizitätswerk. — Die Wahl des Stromsystems, so etwa begann Redner, sei bei dem Elektrizitätswerk in Karlsruhe von der Form und Grösse des Gesammtkonsums und der Ausdehnung des Stromgebietes, das ausser der Stadt Karlsruhe noch Mühlburg, Durlach und Beiertheim umschliessen solle, abhängig gewesen. Danach habe es sich nur um eines der drei möglichen Systeme, nämlich um das Drehstromsystem handeln können. Was die Platzfrage für die Zentrale innerhalb des Konsumgebiets angehe, so seien Gasanstalt und Hafen in Betracht gekommen, der letztere hauptsächlich um der grossen natürlichen Vortheile willen, die er einem grossen mechanischen Betrieb durch die Billigkeit des Bauterrains und die günstige Gelegenheit der Wasserbeschaffung biete. Der Vortheil des gewählten Drehstromsystems bestehe in der Beschaffung sehr einfacher und billiger Motoren. In der Karlsruher Zentrale wird eine primäre Spannung von 4000 Volt durch drei grosse Dampf-Dynamos von je 600 PS erzeugt. Sechs Dampfkessel von je 200 qm Heizfläche sind zur Erzeugung des Dampfdruckes in Thätigkeit. Das grosse Schwungrad mit seinen 66 Polen wiegt 34 000 kg. Die Maschinen sind durch die Leitung mit Schaltanlagen verbunden, durch die man den Strom für Stadt- und Hafenbetrieb vollständig trennen kann. Eine solche Schaltanlage zerfällt in drei Theile. Die Sicherungen sind so sorgfältig, dass der Hochspannstrom niemals in ein Messinstrument eindringen kann, weshalb die Bedienung völlig ungefährlich ist. Die hier verwendeten Kabel haben einen Querschnitt von 320 qmm. Sie sind von einem Bleimantel eingefasst und zweifach mit Jute umsponnen. Sie münden nach zwei sogenannten Speisepunkten, unterirdischen Schächten, von denen der eine am Ludwigsplatz gelegen ist. Von diesen Speisepunkten gehen wieder zahlreiche andere Kabel nach den Transformatorenhäuschen, wo die Hochspannung in Niederspannung umgewandelt wird. Diese Häuschen, von denen Karlsruhe 36 Stück besitzt, erhalten von mindestens zwei Seiten Strom. Der Gesammtstromverlust ist beim Karlsruher Elektrizitätswerk sehr gering; er beträgt im Ganzen nur etwa 6 Proz., die von der Zentrale aus mit Leichtigkeit ausgeglichen

werden können, so dass ein ruhiges, gleichmässiges Licht möglich ist. Der Vortragende erläuterte seine interessanten und instruktiven Ausführungen an zahlreichen Zeichnungen und Photographien.

Zum Schlusse führte der Vortragende ein ganz neues Experiment: den sprechenden Lichtbogen vor.

Die Thatsache, dass der Lichtbogen einer gewöhnlichen Bogenlampe Laute wie ein Telephon wiederzugeben vermag, wurde bekanntlich vor einigen Jahren von dem deutschen Physiker Simon entdeckt. Die Entdeckung, die — wie man hätte meinen sollen — sofort weitere Kreise hätte interessiren müssen, blieb merkwürdiger Weise fast ganz unbeachtet und ihre Bedeutung musste uns, wie das leider bei so vielen Entdeckungen geschehen ist, erst durch einen Ausländer, den Engländer Duddell, klar gemacht werden, der den sprechenden Lichtbogen vor einigen Monaten vor einer grösseren Versammlung in London zeigte. Die Vorgänge, die den Lichtbogen veranlassen, wie ein Telephon Laute wiederzugeben, sind folgende: Nehmen wir an, wir hätten einen Lichtbogen zwischen zwei Kohlenstiften zur Verfügung und vergessen ganz, dass er von einem elektrischen Strom geschaffen ist. Diesen Lichtbogen schalten wir in den Stromkreis eines Mikrophons, so dass er genau wie die Drahtspule des Hörtelephons einen Theil dieses Stromkreises bildet. Wie nun der Strom im Telephon die Membrane in Schwingungen versetzt, die den in das Mikrophon gesandten Schallwellen entsprechen, so wird auch der Lichtbogen in solche Schwingungen versetzt. Der Lichtbogen, dessen Natur übrigens noch nicht genau erforscht ist, stellt einen glühenden Gaskörper dar, der sehr empfindlich ist gegen Stromänderungen; ein grösserer Strom dehnt den Gaskörper aus, ein kleinerer zieht ihn zusammen. Diese Veränderung des Volumens theilt sich der umgebenden Luft mit, die dadurch in Schwingungen versetzt wird, welche dem Ohre als Schall vernehmlich sind. — Dass der Lichtbogen nun selbst schon die Erscheinung eines elektrischen Stromes ist, ändert die Erscheinung an sich nicht, sondern macht nur die Anordnung des Experimentes etwas verwickelt. Es muss nämlich einerseits verhindert werden, dass der

Mikrophonstrom in den Lichtbogen erzeugenden Stromkreis (der Akkumulatorenbatterie oder Dynamo) eindringt, denn sonst durchfliesst er den Lichtbogen selbst nicht oder nur zum geringen Theil; das geschieht durch Einschalten von Drosselspulen vor die Klammen der Akkumulatorenbatterie, die zwar sehr gut den Gleichstrom, nicht aber den veränderlichen Mikrophonstrom hindurchlassen. Andererseits muss verhindert werden, dass die Gleichstromquelle einen schädlichen starken Strom im Mikrophon hervorrufe; das geschieht durch Einschalten von Widerstand. Die Vorführung zeigte, wie vorzüglich der Lichtbogen zur Wiedergabe von Lauten auch an ein grösseres Publikum — der Hörsaal bietet Sitzplätze für 200 Personen — geeignet ist. Der Lichtbogen gab Gesang, Pfeifen, Geigenspiel und die Töne der Okarina und die Sprache für alle Anwesenden hörbar und verständlich wieder. Besonders schön klangen Geige und Okarina, deren Klangfarbe durch die eigenartige Uebertragung fast gar nicht getrübt war; weniger klar war die Sprache, die für die Fernersitzenden nur schwer zu verstehen war. Der Vortragende ging zum Schluss auf die Versuche ein, die Sprache des Lichtbogens mit Hilfe von Parabolspiegeln durch den Raum zu übertragen. Der Lichtbogen wird dabei in den Brennpunkt eines Hohlspiegels gebracht, dem gegenüber ein zweiter Hohlspiegel aufgestellt ist, der die Strahlen auffängt und in seinen Brennpunkt reflektirt. In diesem Brennpunkt befindet sich eine Selenzelle, die je nach der Intensität der Bestrahlung ihren Widerstand ändert. Die Widerstandsänderungen entsprechen also den Schallwellen, die vermittelst des Mikrophons (oder auch direkt mit dem Munde) in den Lichtbogen hineingesprochen wurden. Wird die Selenzelle also in einen zweiten Stromkreis geschaltet, der ausser einer Batterie ein Telephon enthält, so gibt das Telephon ebenfalls die Sprache wieder. Wir haben es also hier mit einer Telephonie ohne Draht zu thun. Wie weit die Erscheinung zur drahtlosen Telephonie praktisch wird ausgenützt werden können, muss die Zukunft entscheiden. Versuche, die auf Kriegsschiffen mit den dort vorhandenen grossen Scheinwerfern angestellt worden sind, haben bei kleinen Entfernungen immerhin schon befriedigende Ergebnisse geliefert.

563. Sitzung am 10. Mai 1901.

Generalversammlung.

Anwesend 32 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler. Neuangemeldete Mitglieder: die Herren Bezirksthierarzt Carl, Kandidat der Chemie Jabukowski, Prof. Le Blanc, Assistent am mineralogischen Institut Pfeil.

Herr Hofrath Meidinger verlas einen Bericht über die Vereinsthätigkeit im verflossenen Geschäftsjahre.

Herr Bartning erstattete Bericht über den Stand der Kasse, der oben mitgetheilt ist. Herr Meidinger hat die Rechnung geprüft und für richtig befunden, und dem Kassier wurde Entlastung ertheilt, wobei ihm der Dank des Vereins ausgesprochen wurde.

Der Vorsitzende theilte mit, dass die Bibliothek des Vereins, die bisher in der Landesgewerbehalle untergebracht war, in der Technischen Hochschule aufgestellt würde, nachdem der Senat in dankenswerther Weise ein Zimmer für diesen Zweck zur Verfügung gestellt habe.

Herr Geh. Rath Dr. Battlehner machte den Mitgliedern die erfreuliche Mittheilung, dass eine leider mit Tod abgegangene Dame dem Verein eine namhafte Summe für Zwecke der Erdbebenforschung testamentarisch hinterlassen habe.

Der bisherige Vorstand wurde durch Zuruf einstimmig wiedergewählt. Herr Prof. Hausrath hielt sodann einen Vortrag über die Wälder in Nordamerika.

Der Redner ging aus von der Thatsache, dass Deutschland heute seinen Bedarf an Holz nicht selbst zu decken vermag und dass an der Einfuhr die Vereinigten Staaten von Nordamerika in erheblichem Masse betheiligt sind. Er erörterte sodann die Ursachen, welche die Vertheilung von Wald und Prärie in der Union bestimmen und wies an der Hand eines schematischen Querprofils nach, wie der Wald dort fehlt, wo die vom Meere kommenden mit wasserdampfbeladenen Luftströme durch die vorliegenden Gebirgszüge abgehalten werden, wo die jährliche Niederschlagsmenge

weniger als 50 mm beträgt und die relative Luftfeuchtigkeit nicht 50 Proz. erreicht. Nach einer kurzen Besprechung der verschiedenen Florengebiete und Waldformen der Union wandte sich der Vortragende der Frage zu: Werden die Waldungen der Union auf die Dauer den dortigen Bedarf einschliesslich der zur Ausfuhr gelangenden Massen zu liefern vermögen? Da die Waldungen 2 800 000 qkm = 37 Proz. der Landesfläche bedecken — Deutschland hat 25,8, Baden 37 Proz. — und dieser Bedarf auf 700 Millionen cbm geschätzt werden kann, scheint es zunächst selbstverständlich, dass die Befriedigung dieser Ansprüche dauernd gesichert sein müsse. Aber freilich befinden sich die Wälder zum grossen Theil in einem sehr traurigen Zustande. Der Redner erwähnte, dass Fernow 1896 erklärt habe, auf ²/₃ der Waldfläche der Oststaaten befinde sich kein Baum mehr, der Nutzholz zu liefern vermöge. Er erörterte dann die Gründe dieser traurigen Thatsache, welche er findet in einer planlosen Ausschlachtung der Waldungen, der die Jungwüchse vernichtenden Art der Fällung und vor allem den Waldbränden, die in unglaublicher Weise jedes Jahr die Wälder der Union verwüsten (1879/80 verbrannten 409 000 ha), die jungen Holzpflanzen zerstören und so die wesentlichste Ursache der fortschreitenden Ausdehnung der Prärie, sowie der Entwaldung der Gebirge bilden. Er besprach sodann die Anzeichen einer Erschöpfung der Urwaldschätze Amerikas, die aber wohl erst nach mehreren Decennien zunächst im Osten, später im Westen zur Thatsache werden dürfte, sowie die Schritte, welche von Privaten und der Regierung gethan worden sind, um der Waldverwüstung Einhalt zu gebieten, insbesondere die Ausscheidung der Forstreserven. Es sind dies Waldungen, die zum Nationaleigenthum erklärt wurden und einer geregelten Waldwirthschaft unterstellt werden sollen, um sie für die späteren Generationen zu retten. Sie umfassen zur Zeit 19 Millionen ha. Leider fehlt es an Organen für die Durchführung der Gesetze und bei der Bevölkerung an dem Verständniss für die Nothwendigkeit einer Fürsorge für den Wald; diese steht vielmehr in den Weststaaten, wo die Reserven liegen, den Bestrebungen der Unionsregierung theils feindlich, theils gleichgiltig gegenüber. Nur so erklärt es

sich, dass auch in den Reserven die Verwüstungen noch andauern — 1898 verbrannten in einer derselben 30 000 ha Wald. Mit einem Hinweis darauf, dass, falls die Einfuhr aus der Union einmal aufhören sollte, Deutschland leicht aus andern Gebieten das erforderliche Holz beziehen könne, schloss der Vortragende seine Ausführungen.

Abhandlungen.

Goethe und Alexander von Humboldt.

Von Dr. Walther May.

Als man im Jahre 1862 eine Zusammenstellung der Statuen Goethes, Lessings und Schillers vor dem Berliner Schauspielhause plante, da widersetzte sich Jakob Grimm, der ältere der beiden Märchenbrüder, diesem Vorhaben mit den Worten: „Neben Goethe stehen könnte einer nur, Humboldt.“ Grimm stand damals noch ganz im Banne des mächtigen Eindrucks, den der erst drei Jahre früher verschiedene Alexander v. Humboldt auf seine Zeitgenossen ausgeübt hatte. Man verehrte in Humboldt den Fürsten im Reiche des Wissens; die Universalität seiner wissenschaftlichen Bildung schien die Berechtigung in sich zu tragen, ihn einem Universalgeist wie Goethe an die Seite zu stellen. Heute hat sich die Stellung der Gebildeten Deutschlands zu beiden Männern wesentlich geändert. Goethe ist uns näher gerückt, sein Bild hat sich dem Herzen des deutschen Volkes tiefer eingeprägt, als das irgend eines andern deutschen Genius; die enthusiastische Jubelfeier seines 150. Geburtstags hat das zur Genüge bewiesen. Humboldt dagegen ist herabgesunken von seiner Höhe, seine Persönlichkeit ist zu einem Schemen geworden ohne Fleisch und Blut, und die Mehrzahl der heutigen Gebildeten weiss von dem einst so enthusiastisch Verehrten nicht mehr, als dass er eben ein grosser Naturforscher war. Alexander von Humboldts 150. Geburtstag wird stille vorübergehen, so stille als sein 100. Geburtstag mit lautem Jubel gefeiert wurde. Selbst unter den Männern der Wissenschaft finden sich wenige, die Humboldts Schriften eingehender studirt haben, und während Goethes Werke in immer neuen Ausgaben die Welt durch-

wandern, hat sich noch nicht einmal die Reclamsche Universalbibliothek dazu entschliessen können, das populäre Hauptwerk Humboldts, den „Kosmos“, dessen Titel jeder, dessen Inhalt niemand kennt, dem lesenden Publikum leichter zugänglich zu machen.

Niemand wird es bedauern, dass Goethes Bild im Laufe der Zeit das Humboldts überstrahlt hat. Selbst der begeistertste Verehrer des grossen Forschers wird heute Jakob Grimms Ausspruch nicht mehr unterschreiben wollen. Ob aber die weltgeschichtliche Bedeutung Alexander v. Humboldts so gänzlich der Vergessenheit anheimzufallen verdiente, wie sie es thatsächlich ist, das dürfte doch billig zu bezweifeln sein. Und Goethe selbst würde zu diesen Zweiflern gehören. Hat er doch dem Wirken Humboldts gar viel zu verdanken. Wie bei der Frage, ob Schiller oder Goethe der grössere von beiden sei, würde er vielleicht auch bei einem Vergleich zwischen seiner und Humboldts Grösse die Antwort geben, man solle sich freuen, zwei solcher Kerle zu besitzen. So berechtigt dieser Ausspruch in vieler Hinsicht aber auch ist, so hat doch andererseits ein Vergleich zwischen zwei Männern, deren Lebensschicksale sich vielfach berührt haben, einen eigenen Reiz, und er wird auch am besten eine Antwort auf die Frage geben, warum der eine dem deutschen Volke näher gerückt, der andere fast vollständig seinem Gedächtniss entschwunden ist.

Zwei Momente werden bei einer vergleichenden Betrachtung Goethes und Humboldts getrennt zu berücksichtigen sein: der Mensch und der Forscher. Gehen wir zurück auf die frühste Jugendzeit beider Männer, so treten uns sofort bedeutungsvolle Gegensätze vor Augen. Bei kaum einer andern historischen Persönlichkeit kommt wohl das Gesetz der Vererbung zu grösserem Recht als bei Goethe, bei keiner scheint es uns mehr im Stiche zu lassen als bei Humboldt. Goethe selbst erzählt uns in jenem bekannten kleinen Gedicht, dass er vom Vater die Statur und die ernste Führung des Lebens, von der Mutter die Frohnatur und die dichterische Ader, von dem Grossvater das liebebedürftige Herz, von der Grossmutter den Gefallen an Schmuck und Gold geerbt habe. Die Eltern keines andern grossen Mannes sind so populär

geworden, wie die Eltern Goethes. Beide haben ihre Biographen gefunden, und vollends hat sich das Bild der Frau Rath mit unauslöschlichen Zügen unserm Herzen eingeprägt. Wie zu ihren Lebzeiten keine Menschenseele missvergnügt von ihr weggegangen ist, wess Alters, Standes und Geschlechts sie auch gewesen sein mag, so erquickt auch heute noch ihr Briefwechsel mit Sohn, Schwiegertochter und Enkel jeden, der ihn liest. Aus jeder Zeile athmet da der Hauch der schönsten tiefsten Mutterliebe, und man lernt verstehen, dass an solcher Mutterbrust ein solcher Mensch erblühen konnte. Nur diese Frau konnte den unerschöpflichen Fond an Gemüthswärme und Gemüthstiefe auf den Sohn übertragen, dem immer neue Ströme lebensvoller Dichtung entquillen sollten.

Wohlthuend berührt die behagliche Breite, mit der Goethe in Dichtung und Wahrheit bei der Schilderung seiner sonnigen Jugend verweilt. Wirft auch das strenge Regiment des pedantischen Vaters hier und da einen Schatten in das junge Dasein, ein Hauch der lebensfrohen Mutter macht alles wieder gut. Gern und freudig versenkt sich Goethe in diese Zeit, Wilhelm Meister legt davon nicht weniger Zeugniss ab als seine Autobiographie, und das Bild, das er im Goetz von Berlichingen und in Hermann und Dorothea von seiner Mutter entworfen hat, spricht beredter als jede Lobrede von dem Verhältniss des Sohnes zur Mutter.

Damit vergleiche man nun die Stellen, an denen sich Alexander v. Humboldt in seinen Briefen über seine Kinder- und Jünglingsjahre ausspricht. Nur selten und niemals freudig gedenkt er des elterlichen Hauses. Ein geistiger Konnex zwischen seiner Familie und ihm scheint überhaupt nicht zu bestehen, eine Vererbung bestimmter Charaktereigenthümlichkeiten lässt sich nicht nachweisen. Seine Vorfahren waren Juristen und hohe Militärs, aus deren Geisteseigenschaften sich Alexanders ausgesprochene Reiselust und rastloser Forschungstrieb nicht erklären lassen. Dass der Vater, der Kammerherr des Kronprinzen „schöne Spazierörter anlegte, nicht nur in engländischem Geschmack, sondern auch im Wilden, mehrentheils aber in amerikanischen Bäumen“, wie ihm der Geograph Büsching nachrühmt, kann wohl kaum als ein Hinweis auf Alexanders leiden-

schaftliche Liebe zur Natur und zum Naturstudium gedeutet werden.

Bereits in seinem zehnten Lebensjahre verliert Humboldt den Vater, und die Mutter leitet von nun ab die Erziehung der beiden Söhne. Elisabeth von Humboldt, geborene von Colomb, verwittwete von Hollwede, Begründerin des bedeutenden Grundbesitzes der Familie, ist in jeder Hinsicht das Gegentheil der Elisabetha Goethe. Licht und Wärme strahlt von dem sonnigen Wesen der Frau Rath aus auf ihre Umgebung, fröhliche Geselligkeit ist ihr Element. Fröstelnde Kälte verbreitet Frau von Humboldt in ihrem Kreise, traurige Einsamkeit und Abgeschlossenheit im Tegeler Schlösschen sind die Folgen ihrer schweren Krankheit. Fast nur wehmüthige Erinnerungen knüpfen sich für Alexander an das idyllische Tegel, das „Schloss Langweil" seiner Jugendbriefe. Als er von der Bergakademie Freiberg nach Berlin zurückgekehrt ist, schreibt er dem Freunde Freiesleben: „Hier in Tegel habe ich den grössern Theil dieses traurigen Lebens zugebracht, unter Leuten, die mich liebten, mir wohlwollten und mit denen ich mir doch in keiner Empfindung begegnete, in tausendfältigem Zwange, in entbehrender Einsamkeit, in Verhältnissen, wo ich zu steter Verstellung, Aufopferungen u. s. w. gezwungen wurde. Wenn ich mich noch jetzt, da ich frei und ungestört hier lebe, hingeben will in den Genuss, den die reizende, anmuthsvolle Natur hier in so reichem Maasse gewährt, so werde ich zurückgerufen durch die widrigsten Eindrücke, durch Erinnerungen an meine Kinderjahre, die selbst jeder leblose Gegenstand hier rege macht."

Für die eigenartige Individualität ihrer Söhne scheint die Mutter wenig Verständniss besessen zu haben. War es doch Anfangs ihr Wunsch, die Söhne in die grosse Welt einzuführen, wo ihnen eine glänzende Laufbahn offen stand, und nur dem Einfluss ihres Erziehers Kunth ist es zu danken, dass den in ihnen schlummernden Neigungen gebührende Rechnung getragen wurde. Wundern dürfen wir uns deshalb nicht, dass Humboldt den in seinem 27. Lebensjahr erfolgten Tod seiner Mutter fast wie eine Erlösung empfand und er an Freiesleben die scheinbar herzlosen Worte schrieb: „Du weisst, mein Guter, dass mein Herz

von der Seite nicht empfindlich getroffen werden konnte, wir waren uns von jeher fremd". Erst der Tod der Mutter ermöglichte es ihm auch, aus dem Staatsdienst zu scheiden und seine seit frühster Jugend gehegten Reisepläne zur Ausführung zu bringen.

Nur in einem Punkte gleichen sich Goethes und Humboldts Jugendjahre: beide stammen von begüterten Eltern und haben mit der äussern Noth des Lebens nicht zu kämpfen. Eine treffliche wissenschaftliche Erziehung kann daher beiden zu Theil werden. Aber während der kleine Goethe spielend den sprödesten Stoff in sich aufnimmt und verarbeitet, während seine Frühreife alle in Erstaunen und Entzücken versetzt, müht sich der kleine Humboldt vergebens, die 24 Klassen des Linnéschen Pflanzensystems seinem schwachen Gedächtniss einzuprägen. Sein Auffassungsvermögen ist so gering, dass seine Lehrer ganz daran verzweifeln, es möchten sich je auch nur mittelmässige Geistesgaben bei ihm entwickeln. Aber doch regen sich auch bereits in diesem körperlich schwachen und geistig nicht sehr aufgeweckten Kinde sehnsuchtsvolle Stimmungen, die seine grosse Zukunft im Keime bergen. Er dichtet und erzählt zwar keine Märchen, er baut dem lieben Gott keine Altäre, er sinnt nicht nach über die Verschiedenheit der religiösen Bekenntnisse wie der kleine Goethe, aber der Anblick geographischer Karten und die Lektüre von Reisebeschreibungen üben einen geheimen unwiderstehlichen Zauber auf ihn aus und erwecken in ihm die Sehnsucht, in entfernte, von Europäern wenig besuchte Länder zu reisen. Immer mächtiger fühlt er in sich die Leidenschaft für das Meer und für lange Schifffahrten sich entwickeln, und Furcht und Schmerz setzen seine junge Seele in Bewegung, wenn er daran denkt, der Hoffnung entsagen zu müssen, die schönen Sternbilder zu sehen, die in der Nähe des Südpols leuchten. Dabei sammelt er eifrig Pflanzen, Steine und Insekten, und man nennt ihn scherzweise den „kleinen Apotheker". Ein unbestimmtes Sehnen nach dem Ideal deutet sich in seiner Kindesseele nicht weniger an, als in der Goethes.

Dem Leben im Elternhaus folgen für beide Männer die Studienjahre auf der Universität. Auch hier wieder Gegen-

sätze prinzipieller Natur. Systematisches Studium liegt dem jungen Goethe fern. Er tastet auf allen Gebieten, er ist fleissig, aber nur in dem, was ihn gerade interessirt, er geht nicht darauf aus, einen abgeschlossenen Wissensstoff sich anzueignen. Sein eigentliches Fachstudium, die Jurisprudenz, wird arg vernachlässigt, aber er arbeitet intensiv an der allgemeinen Bildung seines äussern und innern Menschen. Leipzig ist für ihn das Klein-Paris, das seine Leute bildet, aber auch in Strassburg gewinnt er mehr durch den Anblick des Münsters, Herders mächtig fördernden Einfluss und Friederikens Liebe, als durch den Besuch der Universitätsvorlesungen.

Anders Humboldt. Von vornherein stürzt er sich mit Rieseneifer und unermüdetem Fleiss in systematische Studien. Das Lernen im engern Sinn, das Lernen aus Büchern und Vorlesungen steht für ihn im Vordergrund. Mit grösster Regelmässigkeit besucht er alle Kollegien, wozu Goethe sich nur im Anfang entschliessen konnte. Er tastet nicht nach dieser und jener Seite, um zu erfahren, was ihm am meisten zusagt, sondern bewegt sich in bestimmten, mehr oder weniger fest vorgeschriebenen Bahnen. Sein Ziel steht ihm immer unverrückbar vor Augen, und dieses Ziel zu erreichen setzt er alle Kräfte ein, oft bis zur Ueberanstrengung seines immer noch schwachen Körpers. Wenn das innerste Interesse an der Sache, die heiligste Liebe zu seiner Wissenschaft ihn nicht geleitet hätten, so könnte man sein Studium, verglichen mit dem Goethes, fast ein philisterhaftes nennen.

In Frankfurt an der Oder legt er zunächst durch das Studium der Cameralwissenschaften den festen Grund zu seiner späteren Laufbahn als Beamter. In Berlin lässt er sich dann durch Willdenow in die Botanik einführen, treibt Griechisch, Mathematik und Zeichnen. In Göttingen, dessen Universität gerade damals in der Blüthe ihres wissenschaftlichen Rufes steht, erhält er durch Lichtenberg, Kästner und Blumenbach seine allgemein naturwissenschaftliche Ausbildung und macht er die bedeutungsvolle Bekanntschaft Georg Forsters, den er auf seiner Reise nach Holland, England und Frankreich begleitet und der von neuem die Sehnsucht nach fremden Ländern in ihm weckt.

Humboldts Verhältniss zu Forster lässt sich in gewissem Sinn vergleichen mit Goethes Verhältniss zu Herder. Beide Jünglinge finden zu einer Zeit, in der ihre Gemüther am empfänglichsten sind, Männer, die den Born ihres reichen Geistes freudig fliessen lassen zu Gunsten der wissensdurstigen und begeisterungsfähigen Seelen, die sich an ihnen erwärmen und entzünden. Aber auch hier tritt uns sofort der Unterschied beider Charaktere entgegen. Goethe wählt sich zum Mentor einen Mann, der ihn wie einen verzogenen Jungen behandelt, der ihn mit einem Specht und Spatzen vergleicht und seinen unreifen Kunstenthusiasmus verspottet. Gerade das Gegensätzliche der Naturen zieht ihn an. Was Goethe von Herder lernt ist etwas ganz Neues, etwas, das eine totale Revolution in seinen dichterischen und künstlerischen Anschauungen hervorruft. Herders Lehre von dem nationalen Charakter aller Poesie und bildenden Kunst, seine Entdeckung der Volkspoesie, seine Wiedererweckung Homers, Shakespeares und der Bibel werfen alles über den Haufen, was dem Leipziger Studenten lieb und werth geworden war. Herders Einfluss macht ihn zu einem neuen Menschen, weist ihm die Bahnen, auf denen er seine ersten Lorbeeren als deutscher, als nationaler Dichter ernten soll. Wie ein Blindgeborener, so äussert er selbst, steht er da, dem eine Wunderhand das Gesicht in einem Augenblicke schenkt.

Humboldt dagegen schliesst sich an eine ihm in jeder Hinsicht ähnliche, gleichartige Natur. Er findet in Forster das wieder, was er selbst bereits in sich trägt, dieselben Gedanken, dieselben Stimmungen, dieselbe Richtung des Geistes, nur in vollendeterer gereifterer Form. Forster hat das bereits hinter sich, was Humboldt erst ersehnt, er hat als Begleiter Cooks auf dessen zweiter Weltumsegelung fremde Länder mit verständnissvollem Forscherauge geschaut. Er weiss daher reiche Schätze des Wissens und der Naturanschauung seinem jungen Freunde zu bieten, er weiss Bilder vor seine Seele zu zaubern, die seiner Phantasie unerschöpfliche Nahrung gewähren. Aber alles das befestigt und bestätigt nur Humboldts bisherigen Geisteszustand, es revolutionirt ihn nicht. Noch in seinem Alter gedenkt Humboldt anerkennend dessen, was er Forster in Verall-

gemeinerung der Naturansicht, Bestärkung und Entwickelung von dem, was lange vor jener glücklichen Vertraulichkeit in ihm geschlummert, verdanke. Er spricht von gleicher Richtung politischer Meinungen, keineswegs durch Forster erzeugt, sondern viel älter und nur genährt. Für Goethe ist die Gewinnung eines neuen Standpunkts, für Humboldt die Festigung und Sicherung des alten das Erstrebenswerthere.

Nach der Beendigung der Reise mit Forster bezieht Humboldt die Handelsakademie in Hamburg, um sich mit Buchführung und Comptoirarbeiten vertraut zu machen. Dann geht er auf die Bergakademie in Freiberg, wohin Werners hervorragende Persönlichkeit zahlreiche Schüler aus allen Ländern zieht. Hier erhält er seine spezielle mineralogische und bergmännische Ausbildung, die ihn befähigt, in den Staatsdienst zu treten. Er wird Assessor bei der preussischen Bergwerks- und Hüttenadministration und bereits ein halbes Jahr später Oberbergmeister in Franken.

Es ist ein eigenartiger Zufall, dass sowohl Goethes wie Humboldts erste staatsdienstliche Thätigkeit die Förderung des Bergbaus zum Gegenstand hat. Gleich nach seinem Eintritt in den Weimarer Staatsdienst bemüht sich Goethe um die Wiederherstellung des seit etwa 30 Jahren geschlossenen Silberbergwerks in Ilmenau. Er lässt sich von Trebra in das Bergwerkswesen einführen, studirt eifrig die Hennebergische Bergordnung und besucht die Bergwerke in Clausthal und Andreasberg, um den lebendigen Betrieb aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Nach achtjähriger unermüdlicher Thätigkeit und nach Ueberwindung zahlreicher Schwierigkeiten hat er endlich die Freude, die Festrede zur Wiedereröffnung des Ilmenauer Bergbaus halten zu können.

Auch Humboldt leistet als fränkischer Oberbergmeister Aussergewöhnliches, trotz der zahlreichen wissenschaftlichen Arbeiten, die ihn neben seiner amtlichen Thätigkeit beschäftigen. Er hebt den Bergbau in den fränkischen Fürstenthümern in hervorragendem Grade und sorgt auserdem durch Errichtung einer bergmännischen Freischule für die geistige Bildung und Erziehung der in krasser Unwissenheit und abergläubischen Vorurtheilen dahinlebenden Bergleute,

deren materielles Wohl ihm nicht weniger am Herzen liegt. Aber wie für Goethe, so ist auch für Humboldt die staatsdienstliche Thätigkeit nur Mittel zum Zweck. Beide erfüllen ihre amtlichen Pflichten mit grösster Treue und regem Interesse, aber ihren innersten Lebensberuf sehen sie nicht darin, und ihr Höchstes leisten sie auf anderm Gebiete. In dem Minister Goethe wie in dem Oberbergmeister Humboldt sind alte Jugendträume noch nicht verklungen, sie sehnen sich hinaus aus den engen Grenzen ihrer staatsdienstlichen Thätigkeit nach den Ländern ihrer kindlichen Sehnsucht, Goethe nach Italien, Humboldt nach den Tropen. Und nach vielen gescheiterten Plänen und mancher getäuschten Hoffnung gehen beider Träume in Erfüllung.

Nach fast zweijähriger Abwesenheit kehrt Goethe, nach über fünfjähriger Humboldt in die Heimath zurück. Beide haben gefunden was sie gesucht: Goethe hat die Antike von Angesicht zu Angesicht geschaut und ihr wahres Wesen erfasst, Humboldt überreiches Material zum Ausbau der wissenschaftlichen Erdkunde gesammelt. Aber während der Mensch in Goethe ein anderer geworden ist, ist der Mensch in Humboldt derselbe geblieben.

Die italienische Reise offenbart Goethe seinen eigentlichen Lebensberuf. Noch bis zu seinem zweiten Aufenthalt in Rom war er darüber im Zweifel gewesen, ob er mehr zum Dichter oder zum bildenden Künstler berufen sei. Dann aber schreibt er die entscheidenden Worte: „Zur bildenden Kunst bin ich zu alt. Von meinem längern Aufenthalt in Rom werde ich den Vortheil haben, dass ich auf das Ausüben der bildenden Kunst Verzicht thue". Alexander v. Humboldt ist nie über seinen Lebensberuf im Zweifel gewesen. Seit seiner frühesten Jugend hat er danach gestrebt, unbekannte Länder forschend zu durchwandern.

Noch eine zweite, den Menschen Goethe modelnde Erkenntniss kommt ihm in Italien. Er entdeckt zwei Kapitalfehler seiner bisherigen Arbeitsweise. „Einer ist," schreibt er, „dass ich nie das Handwerk einer Sache, die ich treiben wollte oder sollte, lernen mochte. Daher ist es gekommen, dass ich mit so viel natürlicher Anlage so wenig gemacht und gethan habe. . . Der andere, nah verwandte Fehler ist,

dass ich nie so viel Zeit auf eine Arbeit oder Geschäft wenden mochte, als dazu erfordert wird."

Auch hierin war Humboldt Goethe unähnlich. Mit bewundernswerther, fast pedantischer Gründlichkeit betreibt schon der angehende Forscher alle seine Arbeiten. Die philologischen Theile seiner Studie über die Basalte am Rhein legen davon nicht weniger Zeugniss ab, als seine botanischen Arbeiten über die grüne Farbe unterirdischer Vegetabilien und seine physiologischen Untersuchungen über die gereizte Muskel- und Nervenfaser. Und mit derselben Gründlichkeit betreibt er die Vorbereitungen zu seiner grossen amerikanischen Reise. Astronomische, geodätische und hypsometrische Messungen beschäftigen ihn lange Zeit, er versieht sich mit den besten nautischen Instrumenten und übt sich in ihrem Gebrauch. Die Sammlungen spanischer und amerikanischer Mineralien des Freiherrn von Rackwitz in Dresden, die Pflanzensammlungen der kaiserlichen Gärten zu Schönbrunn, die botanischen Sammlungen in Madrid studirt er eifrig im Hinblick auf das, was ihm bald in der Natur der fremden Länder entgegentreten wird. Diese systematische und geduldige Art des wissenschaftlichen Arbeitens liegt tief in Humboldts Natur begründet, Goethe erzieht sich dazu erst in Italien.

Die veränderte Stellung zur Weimarer Gesellschaft, zur deutschen Dichterwelt und zum deutschen Publikum, der Bruch mit Frau von Stein und die Anknüpfung des Verhältnisses mit Christiane Vulpius sind weitere Belege für Goethes Wandel in ethischer Hinsicht. Die italienische Reise bezeichnet eine der vielen grossen und tiefgehenden Revolutionen, die Goethes innerstes Sein erschüttert und gemodelt haben. Humboldts Leben ist so gut wie frei von solchen Revolutionen. Damit ist ein Kernpunkt in der Verschiedenartigkeit beider Geister angedeutet.

Goethes Wesen ist in beständiger ethischer Mauserung begriffen, sein Entwickelungsgang ist charakterisirt durch die Fülle und Mannigfaltigkeit seiner inneren Erlebnisse. Mit dem Augenblick, in dem der Leipziger Student die altmodische Kleidung und altfränkische Ausdrucksweise seiner Vaterstadt ablegt, beginnt die lange Reihe seiner ethischen

Wandlungen. Bereits in Leipzig führt ihn Oesers Schönheitsideal zu der Ueberzeugung von der Unmöglichkeit der Meisterschaft des Jünglings. Der Werth und die Bedeutung der Erfahrung leuchten ihm ein, sein Streben geht nun dahin, die vorgefassten Meinungen empirisch zu bestätigen und zu berichtigen. Herders Einfluss in Strassburg bringt ihn zum Bewusstsein seines Genius, die Liebe zu Friederike als tieferenstes inneres Erlebniss reift ihn zum Mann. Selber leidend lernt er viel. Der Sturm und Drang entfesselt alle Zügel seiner Leidenschaft, in der Periode des Götz und Werther tobt sich sein ungestümes Freiheits- und sentimentales Naturgefühl aus. Es folgt eine Zeit der Sammlung, des Zurückziehens vom lauten Treiben der Welt, der Einfluss der Werke Spinozas macht sich geltend. Nur das tolle Leben der ersten Weimarer Zeit durchbricht noch einmal stürmisch den aufsteigenden Gang seiner Entwickelung. Dann ersteht ihm in Frau von Stein der Genius, der dem heissen Blute Mässigung tropft, in dessen Engelsarmen die zerstörte Brust sich wieder ausruht. Die italienische Reise und der Freundschaftsbund mit Schiller bezeichnen weitere Etappen in dem aufsteigenden Entwickelungsgang des Dichters. Als ein grossartiges Beispiel konsequent durchgeführter Selbsterziehung steht Goethes Leben vor uns, das grösste seiner Kunstwerke hat es ein neuerer Biograph mit Recht genannt. Goethes Leben ist ein beständiger Kampf mit den feindlichen Mächten des menschlichen Wesens, sein Geist muss sich erst allmählich durchringen zur Festigkeit und Stetigkeit der späteren Jahre. „Ich musste“, so schreibt er 1817, „mehrmals meine Existenz aus ethischem Schutt und Trümmern wieder herstellen, ja tagtäglich begegnen uns Umstände, wo die Bildungskraft unserer Natur zu neuen Restaurations-Reproduktionsgeschäften aufgefordert wird.“

Ganz andersartig ist der Entwickelungsgang Alexander v. Humboldts. Von einer eigentlichen ethischen Selbsterziehung kann bei ihm kaum gesprochen werden. Als Student und Staatsmann, als Reisender und Forscher, als gefeierter Gelehrter und preussischer Hofmann bleibt er immer derselbe. Gute und weniger gute Eigenschaften begleiten ihn durchs ganze Leben. Von einer Sturm- und

Drangperiode seiner Jünglingsjahre wissen wir nichts, der Kampf mit den Leidenschaften bleibt ihm erspart. „Keine starke Leidenschaft wird mich hinreissen. Ernsthafte Geschäfte und am meisten das Studium der Natur werden mich von der Sinnlichkeit zurückhalten.“ So schreibt er kurz vor seiner Abreise nach Göttingen an einen seiner Freunde. Und er hat Wort gehalten. In strenger stetiger Arbeit fliessen seine Studienjahre dahin. Keinem unglücklichen Mädchen hat er jubelnd das Herz zerstochen, keinen Wein aus Todtenschädeln hat er getrunken. Sein rastloser unbezwinglicher Forschungstrieb verschlingt und erstickt alle anderen Regungen, der Intellekt triumphirt ohne Kampf über den sinnlichen Menschen. Von zarten Herzensbeziehungen Humboldts ist kaum etwas bekannt, zeitlebens bleibt er unvermählt. Scherzend pflegte er zu sagen, die Wissenschaft sei seine einzige Liebe gewesen. So reich das Liebesleben Goethes, so arm das Humboldts.

Glücklich dürfen wir wohl eine solche Natur nennen, die von einer grossen Idee erfüllt, an allen Abgründen des Lebens gefahrlos vorübergeht. Aber grösser erscheint uns doch der Mensch, der den Leidenschaften unterworfen, sein Leben selbst gestaltet und herausrettet aus ethischem Schutt und Trümmern.

Goethe ist eine Faustnatur, Humboldt nicht. Goethe hadert mit dem Schicksal, er verzweifelt an der Fähigkeit des Menschen, zur Erkenntniss des Wesens der Dinge vorzudringen. Alle Qualen geistigen und ethischen Skeptizimus erduldet er. Humboldt steht von Anfang an auf dem Standpunkt, den Goethe nach Ueberwindung der faustischen Periode sich erobert hat. Er sieht den Weg, den er gehen muss, klar und bestimmt vor sich, Goethe muss sich ihn erst hauen durch Dornen und Gestrüpp. Goethe steht uns daher menschlich näher als Humboldt, sein dornenvoller Erkenntnissweg, sein Irren und Leiden erweckt tiefere Sympathieen für ihn. Es ist die alte Wahrheit vom Sünder, der Busse thut. Die klare Erkenntniss dieses Verhältnisses der beiden Geistesheroen erlaubt uns nicht, sie menschlich auf eine Stufe zu stellen. Mit hoher Verehrung schauen wir gewiss auf zu der trotz mancher kleinlicher Schwächen grossen und edlen

Natur Alexander v. Humboldts, aber Grimms Ausspruch, dass er allein berechtigt sei, Goethe zur Seite zu stehen, ist uns heute unverständlich. —

Goethe gehört zu den auserwählten Persönlichkeiten der Geschichte, bei denen uns der Mensch nicht weniger interessirt, als der Dichter, Forscher und Schriftsteller. Mehr als je weiss man heute Mercks Wort zu würdigen: Was Goethe gelebt sei fast noch schöner als was er geschrieben. Bei Humboldt verdrängt der Forscher und Schriftsteller fast den Menschen. Als Forscher bezeichnet er einen gewaltigen Markstein in der Geschichte der Wissenschaft des 19. Jahrhunderts, steht er ebenbürtig neben dem Forscher Goethe.

Zwei Momente treten uns in Humboldts Naturforscherthätigkeit als charakteristisch vor Augen: streng empirische Einzelforschung und ernstes Streben nach Erfassung und Darstellung eines harmonisch geordneten Weltganzen. Jene eigenartige Verschmelzung wissenschaftlicher und ästhetischer Gesichtspunkte, die das ganze Zeitalter charakterisirt, ist in seiner Geistesrichtung am prägnantesten verkörpert. Und darin berührt er sich mit Goethe. So grundverschieden Humboldt und Goethe als Naturforscher in einer Hinsicht sind, so ähnlich sind sie sich in anderer. Goethe hat als thätiger Forscher verhältnissmässig wenig gemein mit dem Humboldt, der die Muskel- und Nervenfaser dem galvanischen Strom unterwirft, der die Atmosphäre analysirt und die Orte gleicher mittlerer Temperatur durch Isothermen verbindet. Er hat auch wenig gemein mit dem Humboldt, der als Reisender gegen 6000 Pflanzenarten einsammelt und in dreissig dickleibigen Bänden die wissenschaftlichen Ergebnisse seiner Reise niederlegt. Aber er hat sehr viel gemein mit dem Humboldt, der in den Ansichten der Natur und im Kosmos eine Brücke zu schlagen sucht zwischen wissenschaftlicher und ästhetischer Naturbetrachtung, der die zarten Fäden aufsucht, die das menschliche Gemüth mit der Natur verbinden und der in der Erkenntniss der Einheit der Natur die höchste Blüthe und Frucht alles Naturstudiums erblickt.

Humboldt ist wie Goethe tief durchdrungen von der Ueberzeugung, dass die wissenschaftliche Erforschung der

Natur das ästhetische Bedürfniss des Gemüthes nicht verletzt und verdrängt, sondern erweitert und vertieft. Und andererseits glaubt er durch eine ästhetische Darstellung der Ergebnisse der Naturforschung diese einem grösseren Kreise verständlicher und zugänglicher zu machen. Er geht in seinen allgemeinern Werken mit Bewusstsein darauf aus, nicht nur den erkennenden Verstand, sondern auch das empfindende Gemüth zu befriedigen, er will gleichzeitig die Phantasie beschäftigen und durch Vermehrung des Wissens das Leben mit Ideen bereichern. Wie Goethe die Ergebnisse seines wissenschaftlichen Denkens in formvollendete Verse giesst, so befleissigt sich Humboldt einer dichterischen Prosa. Und zum Gegenstand dieser wählt er in erster Linie die Vegetationsformen der tropischen Landschaft, denen die wissenschaftliche wie die aesthetische Betrachtung gleich viel abzugewinnen vermag.

Die im Jahre 1807 erschienenen „Ideen zu einer Geographie der Gewächse nebst einem Naturgemälde der Tropenländer“ sind Humboldts erster grossartiger Versuch die soeben angedeuteten Gesichtspunkte praktisch zu verwerthen. Sie bilden nach ihres Verfassers eigenem Ausspruch die Grundlage seines späteren Kosmos. Und bezeichnender Weise sind sie Goethe gewidmet. Ein von Thorwaldsen gezeichnetes sinnvolles Widmungsblatt soll andeuten, dass es auch dem Dichter gelingen könne, den Schleier der Natur zu heben. Es stellt den lorbeerbekränzten delphischen Apoll dar, in der Linken die Lyra haltend, mit der Rechten den Schleier hebend von der Bildsäule der Isis, zu deren Füssen ein Buch liegt mit der Aufschrift: „Die Metamorphose der Pflanze.“ Darunter stehen die Worte: „An Goethe.“

In noch höherm Grade vielleicht als die Ideen zu einer Geographie der Pflanzen verkörpern die im folgenden Jahre erschienenen „Ansichten der Natur“ den ästhetisch-wissenschaftlichen Charakter der Goethe-Humboldtschen Zeit. „Ueberblick der Natur im Grossen, Beweis von dem Zusammenwirken der Kräfte, Erneuerung des Genusses, den der unmittelbare Anblick der Tropenländer dem fühlenden Menschen gewährt“, sind die Zwecke, nach denen dieses Lieblingsbuch Humboldts strebt. Den durch die politischen

Verhältnisse der Zeit bedrängten Gemüthern ist es gewidmet. Sie sollen dem Verfasser folgen in das Dickicht der Wälder, durch die unabsehbare Steppe, auf den hohen Rücken der Andeskette. Dort werden sie Trost finden, denn

> Der Hauch der Grüfte
> Dringt nicht hinauf in die blauen Lüfte,
> Die Welt ist vollkommen überall
> Wo der Mensch nicht hinkommt mit seiner Qual.

Von den einzelnen Aufsätzen der „Ansichten" bildet jeder ein in sich geschlossenes Ganzes, in allen aber waltet dieselbe ästhetische Behandlung naturhistorischer Gegenstände. Humboldt verkennt keineswegs die grossen Schwierigkeiten, die sich einer solchen trotz der herrlichen Kraft und Biegsamkeit unserer vaterländischen Sprache entgegenstellen. Er ist sich auch klar bewusst, nicht alle diese Schwierigkeiten überwunden zu haben. Aber trotz mancher stilistischer und sprachlicher Mängel — ich erinnere nur an die langen Sätze und die ermüdende Häufung der Adjektiva — stehen die Ansichten der Natur noch heute in vieler Hinsicht als unerreichte Muster ästhetischer Landschaftsschilderung da. Tief haben sie auch jederzeit auf empfängliche, mit Phantasie begabte junge Gemüther gewirkt. In manchem spätern grossen Naturforscher und Reisenden haben sie die Liebe zur Natur und zum Naturstudium, die Sehnsucht nach der unvergleichlichen Fülle und Ueppigkeit der tropischen Länder geweckt. Haeckel erwähnt unter den Büchern, die in seiner Jugend bestimmend auf seine Geistesrichtung eingewirkt haben, neben Goethes Werken und Darwins Reise auch die Ansichten der Natur.

Das Werk beginnt mit dem berühmten Naturgemälde der Steppen und Wüsten. In ihm schildert Humboldt die Gefühle, mit denen die unermesslich ausgedehnte, todt und starr daliegende Steppe das Menschengemüth erfüllt, er vergleicht sie mit den Gefühlen, die der küstenlose, aber leicht bewegliche, sanft aufschäumende Ozean erweckt. Die Llanos Südamerikas werden verglichen mit den Haideländern des nördlichen Europa, den Sandwüsten Afrikas und den Salzsteppen Asiens. Unübertroffen ist die Erklärung der klimatischen Verschiedenheiten Afrikas und Amerikas, unübertroffen die

Schilderung des wechselnden Anblicks der Steppe im Laufe des Jahres. Grosse, allgemeine und vergleichende Gesichtspunkte, Goethische Gesichtspunkte beherrschen die Schrift.

Ein anderer Aufsatz führt uns in das Dickicht der Orinokowälder. Das nächtliche Thierleben im Urwalde wird meisterhaft geschildert, Brehms grosses Werk dem Geiste nach anticipirt.

Dann folgen die klassischen „Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse". Sie bezeichnen den Höhepunkt der Verschmelzung wissenschaftlicher und ästhetischer Naturbetrachtung. Der Landschaftsmaler und der Psycholog finden hier nicht weniger ihre Rechnung als der denkende Botaniker. Humboldt gibt in diesem Aufsatz ein aesthetisch-biologisches System der Pflanzenformen, die den Charakter oder die Physiognomie einer Gegend bestimmen. Er beleuchtet zugleich den Einfluss dieser Physiognomie auf das menschliche Gemüth. Die Dichterwerke der Griechen und die rauheren Gesänge der nordischen Urvölker führt er theilweise auf den eigenthümlichen Charakter der Pflanzen zurück, die den Dichter umgaben. Denn melancholische, ernst erhebende oder fröhliche Bilder rufen die Pflanzenformen in uns wach. Wir fühlen uns anders gestimmt in dem dunkeln Schatten der Buchen als auf Hügeln, die von einzeln stehenden Tannen umsäumt sind, oder auf der Grasflur, wo der Wind in dem zitternden Laub der Birke säuselt. Dieser Einfluss der physischen Welt auf die moralische verleiht nach Humboldt dem Naturstudium, wenn man es von höhern Gesichtspunkten betrachtet, einen eigenen, noch zu wenig erkannten Reiz.

Unter den Männern, die einer solchen Naturauffassung vorgearbeitet haben, nennt Humboldt neben Georg Forster, Buffon, St. Pierre und Chateaubriand auch Goethe. Und Goethe seinerseits begrüsst freudig den einen neuen Zweig der Botanik anbahnenden Aufsatz Humboldts.

In seinem ausführlichen Referat in der Jenaischen Allg. Litteraturzeitung nennt er ihn ein kleines Gefäss mit köstlichen Früchten. Das im Einzelnen so kümmerlich ängstliche botanische Studium erscheine hier in seiner Verklärung auf einem Gipfel, wo es uns einen lebhaften und einzigen Genuss

gewähre. Habe Linné ein Alphabet der Pflanzengestalten ausgebildet, Jussieu das grosse Ganze schon naturgemässer aufgestellt, so thue nun Humboldt den letzten Schritt und deute an, wie der so lange geschichtete und rauchende Holzstoss durch einen aesthetischen Hauch zur lichten Flamme belebt werden könne.

Mit den Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse in innigem Zusammenhang stehen jene beiden fast ein halbes Jahrhundert später veröffentlichten Abschnitte des Kosmos, in denen der Einfluss der Landschaftsmalerei und der künstlichen Pflanzungen auf die Belebung des Naturstudiums geschildert wird. Ihnen voraus geht ein Kapitel, das die dichterische Naturbeschreibung zum Gegenstand hat. In diesen drei Abschnitten versucht Humboldt zu zeigen, wie die Naturwelt zu verschiedenen Zeiten und bei verschiedenen Völkerstämmen sehr verschieden auf die Gedanken- und Empfindungswelt eingewirkt hat und wie in einem Zeitalter allgemeiner Kultur das ernste Wissen und die zarteren Anregungen der Phantasie sich gegenseitig zu durchdringen streben. Er berücksichtigt dabei in erster Linie die Beschreibungen und Darstellungen jener reich geschmückten Länder der Aequinoktialzone, deren Erforschung er selbst viele Jahre seines Lebens gewidmet hat. Er erkennt aber auch gern an, dass nicht nur die Tropengegenden, sondern alle Länder des weiten Schöpfungskreises, vom Aequator bis zu den Polen sich einer begeisternden Kraft auf das Gemüth erfreuen können. Zu einem solchen Glauben sei Deutschland, Goethes Vaterland, in erster Linie berechtigt.

„Wo ist das südlichere Volk," so schliesst Humboldt jenes Kapitel über dichterische Naturbeschreibung, „das uns nicht den grossen Meister der Dichtung beneiden sollte, dessen Werke alle ein tiefes Gefühl der Natur durchdringt: in den Leiden des jungen Werther wie in den Erinnerungen an Italien, in der Metamorphose der Gewächse wie in seinen vermischten Gedichten? Wer hat beredter seine Zeitgenossen angeregt, des Weltalls heilige Räthsel zu lösen, das Bündniss zu erneuern, welches im Jugendalter der Menschheit Philosophie, Physik und Dichtung mit einem Bande umschlang? wer hat mächtiger hingezogen in das ihm geistig heimische Land, wo

> **Ein sanfter Wind vom blauen Himmel weht,**
> **Die Myrthe still und hoch der Lorbeer steht?"**

Aber nicht nur jene beiden eben erwähnten Abschnitte des Kosmos, sondern überhaupt das ganze Werk, besonders aber die beiden ersten Bände tragen jenen Charakter ästhetisch-wissenschaftlicher Darstellung, den wir bereits in den Ansichten der Natur kennen gelernt haben. Humboldt verlangt von einem Buche der Natur, dass es den Eindruck wie die Natur selbst hervorbringt, dass es Phantasie und Verstand in gleicher Weise anregt, dass es sowohl ein Kunstwerk als ein wissenschaftliches Werk ist. „Dem Oratorischen," so schreibt er an Varnhagen, „muss das einfach und wissenschaftlich Beschreibende immerfort gemischt sein. So ist die Natur selbst. Die funkelnden Sterne erfreuen und begeistern, und doch kreist am Himmelsgewölbe alles in mathematischen Figuren."

In der Einleitung zum Kosmos, den „Betrachtungen über die Verschiedenartigkeit des Naturgenusses", führt er diese Ansichten weiter aus. Er zeigt, dass die Natur sowohl Gegenstand der Erkenntniss als des ästhetischen Genusses ist und dass dieser über jener nicht zu Grunde zu gehen braucht. In dem dann folgenden „Naturgemälde", das uns aus den tiefsten Tiefen des Weltalls und der Region der fernsten Nebelflecke stufenweise herabführt bis zu dem luft- und meerumspülten Erdball, seiner Gestaltung, Temperatur, magnetischen Spannung und Lebensfülle, sucht er dies an einem Beispiel im einzelnen zu zeigen. Mit diesem Naturgemälde schliesst der erste Kosmosband.

Der zweite behandelt im Gegensatz zur objektiven Darstellung der Erscheinungswelt den Reflex der Natur auf den Menschengeist. Auch dieser ist ein zweifacher, einer auf das Gefühl und die dichterisch gestimmte Einbildungskraft und einer auf den erkennenden Verstand. Von jenem handelt der „Anregungsmittel zum Naturstudium" überschriebene erste Abschnitt, von diesem der als „Geschichte der physischen Weltanschauung" bezeichnete zweite Abschnitt des zweiten Kosmosbandes.

Es ist nicht meine Absicht, hier die Frage nach der Berechtigung jener eigenartigen Verschmelzung naturwissen-

schaftlicher und ästhetischer Prinzipien, wie sie die allgemeinen Schriften Humboldts charakterisirt, zu erörtern. Objektiv betrachtet sind Naturwissenschaft und Aesthetik gewiss getrennte Gebiete, subjektiv werden sie sich aber stets da verschmelzen, wo eine aesthetisch fühlende Künstlerseele die Naturwissenschaft zu fördern sucht. Ein Beispiel dafür aus unserer Zeit ist Haeckel. Doch mir kam es wesentlich nur darauf an, mit möglichster Schärfe einen der Punkte zu bezeichnen, in dem Goethe und Humboldt als Naturforscher sich berühren.

Noch einen zweiten dieser Berührungspunkte möchte ich hier erörtern: das tiefe Verständniss und die hingebende Liebe, die beide Forscher für die historische Darstellung ihrer Wissenschaft bewiesen haben. Goethe und Humboldt stehen als Geschichtsforscher nicht weniger gross da, denn als Naturforscher. Goethe hat, abgesehen von der historischen Würdigung seiner eigenen Studien in seiner „Geschichte der Farbenlehre" ein Werk geschaffen, das einer seiner neusten Biographen, Richard Mayer, unbedenklich für die bedeutendste Geschichte einer Wissenschaft erklärt, die es überhaupt gibt. Keine zweite, meint Mayer, tauche wie diese herunter auf den Grund der Dinge und suche wie sie die historischen Urphänomene auf, keine zweite erfasse wie sie auf dem lebensvollen Hintergrund der Zeit und des Ortes die Eigenheit der Individuen. Was seit Taine als neue Heilswahrheit verkündet werde: dass die Geschichte den Einzelnen nur aus seiner Umgebung verstehen könne, das sei hier längst durchgeführt.

Die Geschichte der Farbenlehre erstreckt sich von den ältesten Zeiten bis auf die letzten Jahre des 18. Jahrhunderts. Nach einigen Betrachtungen über die Geschichte der Urzeit, die die Freude des Menschen an den Farben auf seine angeborene Lust am „Mischen, Sudeln und Manschen" zurückführen, werden die Ansichten der Griechen und Römer über die Farbe erörtert und namentlich die diesbezüglichen Ansichten des Aristoteles eingehend berücksichtigt. Blicke auf Kunst und Leben der Griechen, Betrachtungen über das Wesen des Experiments und eine tiefeindringende Vergleichung zwischen Kunst und Wissenschaft sind diesem Abschnitte

eingefügt. Ihm folgt eine Zusammenstellung von Aphorismen über verschiedene Probleme der Wissenschaft, von der Charlotte v. Schiller sagte, man stehe vor ihr wie vor einem gefundenen Schatzkästlein und fördere ein Juwel nach dem andern ans Tageslicht. Dann ziehen die grossen Naturforscher des 15., 16. und 17. Jahrhunderts, Roger Bacon, Keppler, Galilei, Baco v. Verulam u. a. an unserm geistigen Auge vorüber. Ihnen folgt Newton, der grosse Antipode Goethes, und endlich erscheint der Verfasser selbst mit seiner ebenso schlichten als lebensvollen Konfession.

Noch vielseitiger in Bezug auf die historische Darstellung seiner Wissenschaft als Goethe ist Alexander v. Humboldt. Seine „Kritischen Untersuchungen über die historische Entwickelung unserer geographischen Kenntnisse von der neuen Welt“ und die übrigen geschichtlichen Theile seines amerikanischen und asiatischen Reisewerks beweisen seine glänzende Befähigung auf diesem Gebiete nicht weniger als die „Geschichte der physischen Weltanschauung“ im zweiten Band des Kosmos. Diese, auf die umfassendste kritische Quellenforschung gestützt, bildet vielleicht den bedeutendsten und für alle Zeiten werthvollsten Theil des ganzen gross angelegten Werkes.

Humboldt definirt die Geschichte der physischen Weltanschauung als die Geschichte der Erkenntniss eines Naturganzen, als die Darstellung des Strebens der Menschheit, das Zusammenwirken der Kräfte im Erd- und Himmelsraum zu begreifen. Diese Geschichte soll dreierlei berücksichtigen: erstens, das selbständige Streben der Vernunft nach Erkenntniss von Naturgesetzen, wie es sich u. a. in Kepplers Planetengesetzen und Newtons Gravitationsgesetz offenbart; zweitens, die Weltbegebenheiten, die plötzlich den Horizont der Beobachtung bedeutend erweitert haben, wie Völkerwanderungen, Schifffahrt und Heereszüge, und drittens, die Erfindung neuer Mittel sinnlicher Wahrnehmung, wie Fernrohr, Mikroskop, Pendel, Barometer und Thermometer.

Auf Grund dieser drei Gesichtspunkte verfolgt Humboldt in 8 Kapiteln die allmähliche Entwickelung der Kosmosidee von ihren ersten unbestimmten Anfängen durch alle Zeiten

bis zu dem Augenblick, da er selbst sie bewusst formulirte. Er geht aus von den alten Sitzen der Menschenbildung in Aegypten, Phoenicien und Etrurien. Dann schildert er den Einfluss des Griechenthums auf die Erweiterung der Weltansicht. Die Feldzüge der Macedonier unter Alexander dem Grossen, die dem Griechenvolke einen grossen und schönen Theil der Erdoberfläche erschlossen, werden als wissenschaftliche Expeditionen ersten Ranges gefeiert. Zu kaum einer andern Zeit sei einem Theil des Menschengeschlechts eine reichere Fülle neuer Naturansichten, ein grösseres Material zum Ausbau der wissenschaftlichen Erdkunde dargeboten worden. Als ein glückliches Zusammentreffen günstiger Umstände wird es bezeichnet, dass gerade zu dieser Zeit durch die empirisch-philosophische Richtung des Aristoteles und seine alles scharf umgrenzende wissenschaftliche Sprache die geistige Verarbeitung des angehäuften Materials erleichtert und vervielfältigt wurde.

Es folgt die Darstellung der glänzenden Epoche astronomischen und mathematischen Wissens unter der Herrschaft der Ptolemäer in Egypten. Erfahrung und Beobachtung gelten in dieser grossen Zeit als die wahren Quellen der Erkenntniss, neben dem stoffanhäufenden Sammelfleiss offenbart sich eine glückliche Verallgemeinerung der Ansichten. Eratosthenes von Cyrene verarbeitet die Schätze der alexandrinischen Bibliothek zu einer systematischen Universalgeographie und versucht die Grösse der Erde durch eine Gradmessung zu bestimmen. Hipparch, der Begründer der wissenschaftlichen Astronomie, der grösste selbstbeobachtende Astronom des ganzen Alterthums, verfertigt astronomische Tafeln, entdeckt die Präzession der Nachtgleichen und bestimmt die Lage der Fixsterne.

Die Darstellung geht dann über zur Schilderung des Einflusses der römischen Weltherrschaft auf die Erweiterung des kosmischen Wissens. Als Beobachter der organischen Natur erheben sich in dieser langen Periode nur Dioskorides, der Botaniker, und Galenus, der Anatom. Die ersten Schritte in der experimentalen Optik thut Claudius Ptolemäus. Den Reflex des ausgebreiteten Welthandels offenbaren die geographischen Riesenwerke desselben Ptolemäus und des

Strabo. Eine grossartig angelegte encyklopädische Weltbeschreibung versucht Plinius.

Nach dem Untergang der römischen Weltherrschaft ersteht ein neues fremdartiges Element der Bildung. Die Araber führen das von Völkerstürmen erschütterte Europa zu den ewigen Quellen griechischer Philosophie zurück. Sie werden die eigentlichen Begründer der physischen und chemischen Wissenschaften und geben der von der alexandrinischen Schule begründeten Arzneimittellehre eine wissenschaftliche Grundlage. Oeffentliche wissenschaftliche Institute vereinigen eine grosse Zahl bedeutender Männer. Eine lange Reihe hervorragender Geographen nennt uns die arabische Litteratur. Durch ihre Schriften und ihren ausgebreiteten Handelsverkehr befördern die Araber den Gebrauch des indischen Zahlensystems.

Die Erörterung dieser Momente füllt den fünften Abschnitt in Humboldts Werk. Der sechste beschäftigt sich mit den grossen ozeanischen Entdeckungen von Columbus, Sebastian Cabot und Vasko de Gama. Diese Entdeckungen führen den westlichen Völkern Europas eine ungeheure Fülle von Material zum Ausbau der physischen Erdkunde zu und fallen zeitlich wunderbar zusammen mit grossen Ereignissen im politischen und sittlichen Leben der europäischen Völker. In demselben Monat, in dem Cortez gegen Mexiko zieht, verbrennt Luther die Bannbulle in Wittenberg. Die herrlichsten Gebilde der alten hellenischen Kunst treten damals hervor: der Laokoon, der Apoll von Belvedere und die mediceische Venus. Es blühen in Italien Michel Angelo, Leonardo da Vinci, Titian und Rafael, in Deutschland Holbein und Albrecht Dürer. Im Todesjahr des Columbus findet Copernicus sein neues Weltsystem.

Auf dieses Zeitalter der grössten Entdeckungen an der Oberfläche unseres Planeten folgt unmittelbar die Besitznahme eines grossen Theils der Himmelsräume durch das Fernrohr. Die Anwendung dieses Werkzeugs von raumdurchdringender Kraft ruft eine neue Welt von Ideen hervor. Es beginnt ein glänzendes Zeitalter der Mathematik und Astronomie, das Zeitalter von Keppler, Galilei und Bacon, von Tycho, Descartes und Huyghens, von Newton und Leibniz. In

grossen Zügen deutet Humboldt an, wodurch diese Männer in Erweiterung kosmischen Wissens glänzen.

Mit ihnen beschliesst er seine Geschichte der physischen Weltanschauung, die von da ab allmählich zusammenschmilzt mit der Geschichte der physischen Wissenschaften. Rückblickend überschaut er im letzten Kapitel noch einmal die durchlaufenen Perioden.

Aus den bisherigen Betrachtungen ergibt sich, dass die eigenartige Verschmelzung naturwissenschaftlicher, aesthetischer und historischer Momente der Naturwissenschaft Goethes und Humboldts einen einheitlichen Charakter aufdrückt. Beide Männer waren sich dieser Geistesgemeinschaft auch wohl bewusst und haben mit gegenseitiger Anerkennung ihrer Verdienste nie gekargt. Wie hoch Humboldt die botanische Thätigkeit Goethes schätzte und wie sehr er seine Naturschilderungen pries, haben wir bereits gesehen. Mit warmer Anerkennung gedenkt er auch stets der persönlichen Förderung, die er durch Goethe empfangen. Kurz nach Schillers Tode schreibt er an dessen Schwägerin, Karoline von Wolzogen:

„Was Sie auch scherzhaft von meiner Universalität sagen, so trauen Sie mir doch deutschen Sinn genug zu, um mich recht mit herzlicher Rührung täglich Ihrer und Goethes und des Verewigten zu erinnern, um recht zu fühlen, dass es etwas Grosses und Rühmliches für mich ist, einmal zwischen Ihnen und diesen nicht ganz unbeachtet gestanden zu haben. Liegen auch gleich grosse Bergmassen und Meere zwischen jener Zeit und dieser, sprechen auch seitdem tausend wunderbare Gestalten zu meinen Sinnen, so knüpfte sich doch das äusserlich Fremde gefällig den ältern Gesichten an, und in den Wäldern des Amazonenflusses wie auf dem Rücken der hohen Anden . . . . . überall ward ich von dem Gefühl durchdrungen, wie mächtig jene Jenaer Verhältnisse auf mich gewirkt, wie ich durch Goethes Naturansichten gehoben, gleichsam mit neuen Organen ausgerüstet worden war."

Und 20 Jahre später schreibt Humboldt aus Paris an Goethe selbst: „Beide Humboldte gehören Ihnen an, und der Stolz ihres Lebens war es, Ihren Beifall sich erworben zu haben."

Endlich, in seinem 89. Lebensjahre, kurz vor seinem Tode, denkt er noch einmal zurück an die Zeit, die er im Verkehr mit Goethe in Jena verlebt. „Jena," so äusserte er damals, „das ich in seinem höchsten geistigen Glanze besuchte, um ernstere anatomisch praktische Studien als Vorbereitung zu meiner vorweltlichen amerikanischen Expedition zu machen, und das fortwährend unter milden Fürsten eine wichtige Stelle in dem freier forschenden Deutschland einnimmt, ist mir durch Erinnerungen ein Lichtpunkt auf dem nur zu langen Lebenspfade geblieben." Er bedauert es lebhaft, dass die beschleunigte Abnahme seiner Kräfte ihn verhindert, der 300jährigen Jubelfeier der Universität beizuwohnen, wohin ihn „die liebsten anregendsten Erinnerungen und die wärmsten Dankbarkeitsgefühle" ziehen.

Goethe seinerseits verfolgt von Anfang an mit Liebe und Interesse die aufsteigende Laufbahn des zwanzig Jahre jüngern Forschers und fühlt sich bald selbst durch ihn gefördert. Bereits 1795 nennt er sein briefliches Verhältniss zu ihm sehr interessant und bringt er auf Humboldts Veranlassung seine Ideen über vergleichende Anatomie und deren methodische Behandlung zu Papier. Einige Zeit später schreibt er an Körner, die Gegenwart des jüngern von Humboldt reiche allein hin, eine ganze Lebensepoche interessant auszufüllen, da er alles in Bewegung setze, was nur irgend chemisch, physisch oder physiologisch interessant sein könne. Nach Humboldts grosser Weltreise bespricht Goethe mit höchster Anerkennung dessen Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse und fühlt sich hochgeehrt durch die Zueignung der Ideen zu einer Geographie der Pflanzen. Er macht sie zum Gegenstand seiner Mittwochabendvorlesungen und zeichnet zum bessern Verständniss eine symbolische Landschaft, die er Humboldt inschriftlich widmet. Wohl mit Bezug auf dieses Werk heisst es in Ottiliens Tagebuch in den „Wahlverwandtschaften": „Nur der Naturforscher ist verehrungswerth, der uns das Fremdeste, Seltsamste, mit seiner Lokalität, mit aller Nachbarschaft jedesmal in dem eigensten Elemente zu schildern und darzustellen weiss. Wie gern möchte ich nur einmal Humboldt erzählen hören."

Im Jahre 1816, kurz nach dem Tod seiner Gattin, ist Humboldts Werk über die Vertheilung der Pflanzengestalten für Goethe ein Trost im Leid:

> In Trauertagen
> Gelangte zu mir dein herrlich Heft.
> Es schien zu sagen:
> Ermanne dich zu fröhlichem Geschäft.
> Die Welt in allen Zonen grünt und blüht
> Nach ewigen beweglichen Gesetzen,
> Das wusstest du doch sonst zu schätzen,
> Erheitre so durch mich dein schwer bedrängt Gemüth.

„Trotz aller Verwirrung", schreibt er damals an Boisserée, „stiess mich dieses geringblätterige, aber höchst bedeutende Werk auf die so lang betretenen und gewohnten Naturpfade wieder hin, und so ist der dunkle Grund des gegenwärtigen Augenblicks durch heitere, erfreuliche und bunte Bilder geschmückt."

Bis in die letzten Lebensjahre Goethes lassen sich diese anerkennenden Aeusserungen dem grossen Naturforscher gegenüber verfolgen. Eckermann findet den Dichter eines Tages in sehr heiter aufgeregter Stimmung. Mit Enthusiasmus erzählt er von einem mehrstündigen Besuch Alexander v. Humboldts. Dieser habe an Kenntnissen, lebendigem Wissen und Vielseitigkeit nicht seinesgleichen. Wohin man rühre sei er zu Hause und überschütte uns mit geistigen Schätzen. Er gleiche einem Brunnen mit vielen Röhren, wo man überall nur Gefässe unterzuhalten brauche und wo es uns immer erquicklich und unerschöpflich entgegenströme.

In einem Punkte jedoch waren Goethe und Humboldt als Naturforscher schroffe Antipoden. In dem grossen Streite, der am Ende des vorigen und am Anfang dieses Jahrhunderts die Geologen bewegte, stand Goethe auf Seiten der Neptunisten, Humboldt auf der der Vulkanisten. Goethe suchte alle geologischen Phänomene durch die stille Thätigkeit des Wassers und der Luft zu erklären und bekämpfte mit Leidenschaft jene Naturforscher, die wie Alexander v. Humboldt dem Feuer, den Vulkanen und Erdbeben, den Hauptantheil an der Gestaltung der Erdrinde zuschrieben. In einem dies-

bezüglichen Gespräch mit dem Kanzler v. Müller meinte er, Humboldt habe eigentlich nie eine höhere Methode gehabt, sondern bloss viel gesunden Verstand, viel Eifer und Beharrlichkeit. Im Aesthetischen könne jeder allenfalls noch glauben und fühlen, wie er wolle, in den Naturwissenschaften aber sei das Falsche und Absurde geradezu unerträglich.

Einige Zeit später machte er den scherzhaften Vorschlag, seiner Freundin, Frau Scymanowska, etwa folgendes Empfehlungsschreiben an den grossen Plutonisten mitzugeben: „Da Sie zu den Naturforschern gehören, die alles durch Vulkane erklären, so sende ich Ihnen einen weiblichen Vulkan, der alles vollends versengt und verbrennt was noch übrig ist.“ Und bei einer andern Gelegenheit grollte er: „Wenn Alexander v. Humboldt und die andern Plutonisten mirs zu toll machen, werde ich sie schändlich blamiren, schon zimmere ich Xenien genug im Stillen gegen sie; die Nachwelt soll wissen, dass doch wenigstens ein gescheidter Mann in unserm Zeitalter gelebt hat, der jene Absurditäten durchschaute.“

In der That hat Goethe auch in Versen den Vulkanismus bekämpft und den Neptunismus vertheidigt. Als Werner, das Haupt der neptunistischen Schule gestorben war, schrieb er:

> Kaum wendet der edle Werner den Rücken
> Zerstört man das poseidaonische Reich,
> Wenn alle sich vor Hephästos bücken,
> Ich kann es nicht sogleich.
> Ich weiss nur in der Folge zu schätzen,
> Schon hab ich manches Credo verpasst,
> Mir sind sie alle gleich verhasst
> Neue Götter und Götzen.

Und im zweiten Theil des Faust, wo der Streit zwischen Neptunisten und Vulkanisten symbolisch dargestellt ist, spottet Mephisto der vulkanischen Hebungstheorieen:

> Als Gott der Herr — ich weiss auch wohl warum —
> Uns aus der Luft in tiefste Tiefen bannte,
> Da, wo centralisch glühend, um und um,
> Ein ewig Feuer flammend sich durchbrannte,

Wir fanden uns bei allzu grosser Hellung
In sehr gedrängter, unbequemer Stellung.
Die Teufel fingen sämmtlich an zu husten,
Von oben und von unten auszupusten.
Die Hölle schwoll von Schwefelstank und Säure:
Das gab ein Gas! das ging ins Ungeheure,
So dass gar bald der Länder flache Kruste,
So dick sie war, zerkrachend bersten musste.
Nun haben wirs an einem andern Zipfel:
Was ehmals Grund war, ist nun Gipfel.
Sie gründen auch hierauf die rechten Lehren,
Das Unterste ins Oberste zu kehren.

Die Zeit milderte indess Goethes Eifer. Wenige Monate vor seinem Tode schreibt er an Wilhelm v. Humboldt, dass zwar Alexanders Ansicht, die geologischen Gegenstände aufzunehmen, seinem Cerebralsystem ganz unmöglich sei, dass er aber mit Antheil und Bewunderung gesehen habe, wie das, wovon er sich nicht überzeugen könne, bei Humboldt folgerecht zusammenhänge und mit der ungeheuren Menge seiner Kenntnisse in eins greife, wo es dann durch seinen unschätzbaren Charakter zusammengehalten werde.

So klingt auch dieser einzige Gegensatz der beiden Forscher schliesslich aus in einer schönen Harmonie. Wie sollte es auch anders sein bei zwei Männern, deren ganzes Leben ein einziges heisses Streben war nach Erfassung der Harmonie des Weltalls und denen diese Harmonie sich schliesslich in so herrlicher Weise offenbarte! Beide stehen am Schluss ihres grossen Lebens auf jener hohen Warte, von der aus sie das Getriebe der Erscheinungen mit einem Blick überschauen, von der aus ein einheitliches allumfassendes Weltpanorama sich ihrem nach Klarheit und Einheit dürstenden Geistesauge enthüllt. Beide gleichen auf dieser Höhe ihres Lebens dem Thürmer Lynceus im zweiten Theil des Faust, und für beide passt das herrliche, die harmonische Schönheit aller irdischen und himmlischen Erscheinungen preisende Bekenntniss, das Goethe diesem in den Mund gelegt:

Zum Sehen geboren,
Zum Schauen bestellt,
Dem Thurme geschworen,
Gefällt mir die Welt.

Ich blick in die Ferne,
Ich seh in der Näh
Den Mond und die Sterne,
Den Wald und das Reh.

So seh ich in allen
Die ewige Zier,
Und wie mirs gefallen,
Gefall ich auch mir.

Ihr glücklichen Augen,
Was je ihr gesehn,
Es sei wie es wolle,
Es war doch so schön!

Der Wechsel der Holzarten im deutschen Walde.

Von Prof. **Dr. Hans Hausrath.**

Kein ansprechendes Bild ist es, das die römischen Schriftsteller von dem Zustande Deutschlands in den ersten Jahrhunderten unserer Zeitrechnung entwerfen; selbst Tacitus, der wohl als der beste Kenner bezeichnet werden kann, schildert das Land mit den Worten: „aut silvis horrida aut paludibus foeda", Urwald und Sumpf herrschen, vor nur selten unterbrochen von kleinen Ackerflächen. Wir dürfen diese Beschreibung nicht gar zu wörtlich nehmen, nicht etwa daraus schliessen wollen, wie schon gelegentlich geschehen, dass ca. 90 Prozent des Landes Wald oder Sumpf gewesen seien; dem widersprechen vor allem die Angaben selbst, welche die römischen Autoren über die Dichtigkeit der Bevölkerung Germaniens machen, über die Grösse der Heere, die immer wieder den Römern entgegentraten. Diese konnten weder von der Jagd leben, die im Urwalde eher weniger Ertrag liefert als im kultivirten Gelände, noch von der Viehzucht allein, wenn nicht zum mindesten der Wald auf weiten Flächen so sehr gelichtet war, dass unter einzelstehenden alten Bäumen Gräser und Kräuter nicht aber junge Holzpflanzen den Boden bedeckten. Aber wenn wir auch diese Thatsache berücksichtigen, so bleibt doch sicher, dass Deutschland damals noch sehr vielmehr Wald besass als heute, dass gewiss mehr als die Hälfte der Bodenfläche von diesem bestockt war; für viele Gegenden kann man sogar den Rückgang der Waldfläche in Folge der steigenden Kultur an der Hand der uns erhaltenen Urkunden genau verfolgen und festlegen, wie das Verhältniss zwischen Wald und Feld in den einzelnen Jahrhunderten war. Aber nicht nur seinem äusseren Umfange nach war der deutsche Wald im Laufe der Jahrhunderte erheblichen Wandlungen unterworfen, auch seine innere Zusammensetzung hat

sich unter dem Einflusse der fortschreitenden menschlichen Kultur bedeutend geändert, Holzarten die früher häufig waren, sind selten geworden, andere haben Gebiete erobert, in denen sie fehlten oder doch nur sporadisch vorkamen.

Aufschlüsse darüber, welche Holzarten in früheren Zeiten die Wälder bildeten, können wir auf verschiedene Weise erhalten. Vielfach finden sich in Torfmooren Reste von Bäumen, die noch die Holzart zu bestimmen erlauben. Es haben derartige Funde die grösste Wichtigkeit, weil durch sie die Thatsache unzweifelhaft bewiesen wird, dass eine Holzart in der betr. Gegend vorkam, auch wenn sie vielleicht schon seit Jahrhunderten nicht mehr gefunden wurde; aber freilich lässt sich der Zeitpunkt, wann dies gewesen, meist auch mit dem Spielraum von Jahrhunderten nicht festlegen. Wenig ergiebig sind die Mittheilungen der römischen Schriftsteller; selbst Plinius gibt im Wesentlichen nur eine Aufzählung der Holzarten, die in Germanien vorkamen, und was er von ihnen berichtet, enthält so handgreifliche Irrthümer, dass auch das an und für sich Wahrscheinliche seiner Berichte nicht als erwiesen betrachtet werden kann.

Wichtige Quellen dagegen bilden auch für diese Frage landesherrliche Verordnungen, und vor allem die Aufzeichnungen der bäuerlichen Rechte: die Weisthümer, Oeffnungen, Ehehaftsrechte Dingrodel und wie sie sonst auch noch genannt werden mögen, von denen einzelne bereits im 8. Jahrhundert unserer Zeitrechnung niedergeschrieben wurden, die in reichster Fülle aber seit dem 13. Jahrhundert aus allen Theilen Deutschlands uns erhalten sind. In vielen derselben spielt die Regelung der Waldnutzungen eine grosse Rolle und dabei werden denn auch vielfach die einzelnen Holzarten aufgeführt. Der Schluss, dass andere als die in der Urkunde genannten Holzarten damals in der betr. Gegend nicht vorgekommen seien, ist natürlich nur dann zulässig, wenn die Aufzählung so umfassend ist, dass sie auch die geringwerthigen Holzarten erwähnt, somit als erschöpfend angesehen werden kann. Ueber einen derartigen Fall aus der Gegend bei Bruchsal habe ich Ihnen vor einigen Jahren hier berichtet, dort wurden Holzarten wie Hartriegel, Schlehe und Traubenkirsche erwähnt, nicht aber die Kiefer. Zusammen mit der

Thatsache, dass damals schon tannenes Bauholz aus dem Schwarzwald in diese Gegend eingeführt wurde, kann das Fehlen der Kiefer in jener Aufzählung allerdings als ein Beweis dafür angesehen werden, dass sie damals in der Lusshardt nicht vorkam. Auch sonstige Urkunden enthalten manchmal Angaben, die für unsere Frage von Bedeutung sind. Endlich sind viele unserer Orts- und Flurbezeichnungen gebildet mit Hilfe von Holzartennamen, sie beweisen, dass zur Zeit der Benennung die betr. Holzart in jener Gegend vorkam. So erwähne ich von bad. Orten Buchen — Heim in den Buchen —, Elmenegg—Bergvorsprung, der Ulmen trägt —, Firnibuch — AlterBuchwald. Der sächsische Oberforstrath v. Berg gibt in seiner Geschichte der deutschen Wälder eine Zusammenstellung der hierher gehörigen Ortsnamen Deutschlands einschliesslich Deutsch-Oestreichs und der deutschen Schweiz, die 6905 Namen umfasst, wovon 6115 mit Laubholzbezeichnungen zusammenhängen, nur 790 mit Nadelhölzern in Verbindung zu bringen sind. Die Buche ist an 1567, die Eiche an 1467 Namensbildungen betheiligt, die heute so seltene Eibe hat 62 Orten den Namen gegeben. Auch in Gebieten, in denen heute das Nadelholz weitaus überwiegt, sind bei den Ortsbezeichnungen Namen, die von Laubhölzern abgeleitet sind, viel häufiger als solche, die auf Nadelhölzer zurückgehen, so in der Mark Brandenburg 139 zu 4, im Königreich Sachsen 93 : 22.

Das im letzten Jahre vollendete historisch-topographische Ortslexikon des Grossherzogthums Baden, das von Archivrath Dr. Krieger im Auftrage der historischen Kommission herausgegeben wurde, ermöglicht eine genaue Prüfung der badischen Ortsnamen einschliesslich der Bezeichnungen von Zinken und einzelnen Höfen. Es finden sich unter ca. 8500 solcher Namen 271, also etwas mehr als 3 Prozent, die mit Holzartennamen zusammenhängen, davon nur 30, die auf Nadelholz hinweisen, während der Buche allein 59 zugehören. Um die Vertheilung der Orte über das Land kenntlich zu machen, habe ich sie auf einer Karte mit verschiedenen Farben eingetragen und da ergibt sich denn, dass Ortsbezeichnungen, die mit Eiche, Buche, Linde, Hasel, Erle gebildet sind, über das ganze Grossherzogthum hin vorkommen.

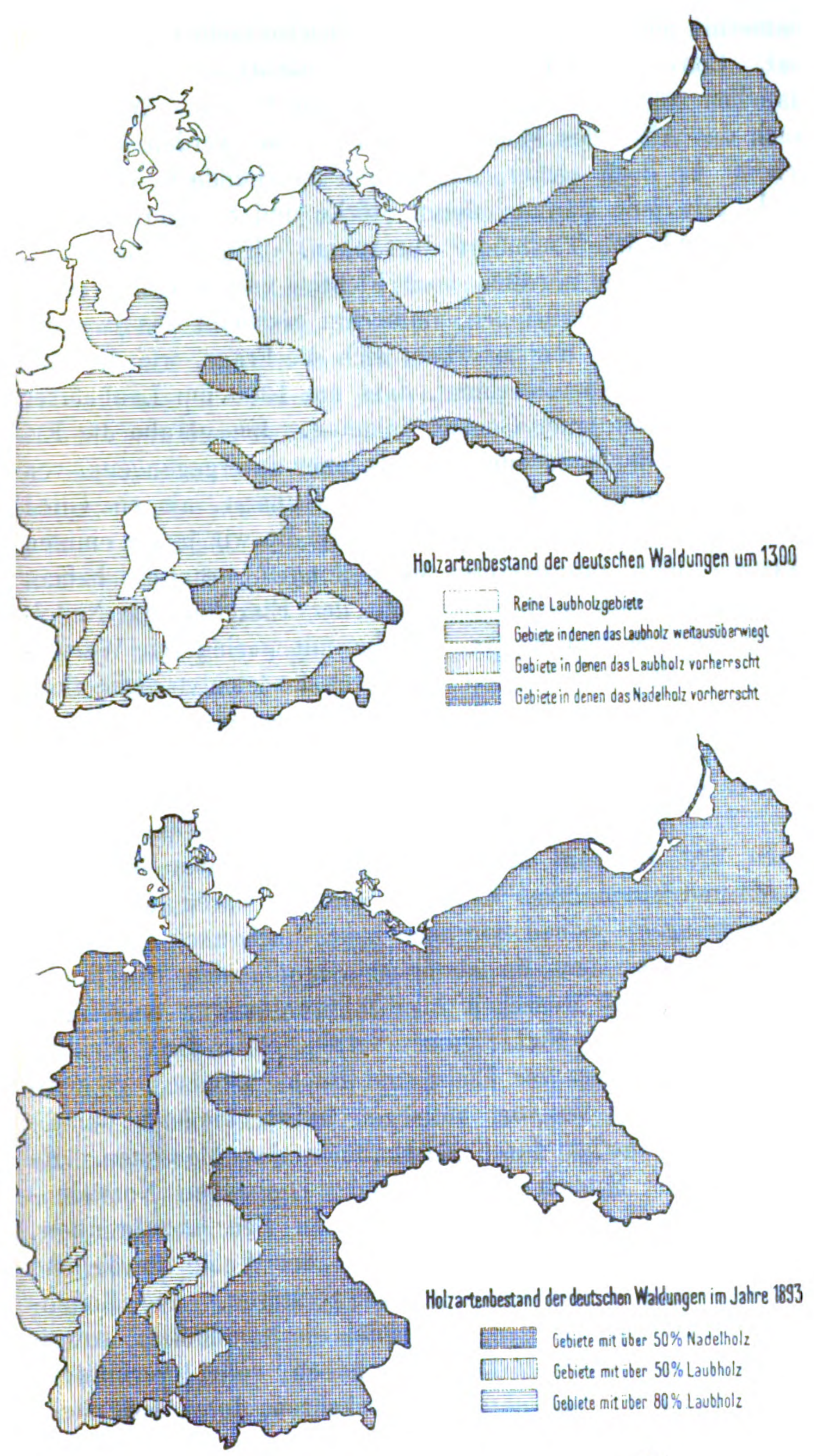
während jene, die mit Tanne und Fichte zusammenhängen, auf den Schwarzwald und seine Vorberge sowie die Seegegend beschränkt sind; auch die Kiefer ist in den Ortsnamen des nördlichen Badens nicht vertreten, der nördlichste Ort, der von ihr den Namen herleiten soll, ist Forchheim bei Ettlingen.

Fasst man alles Material zusammen, das heute auf Grund historischer und pflanzengeographischer Forschungen* bekannt geworden ist, so ergibt sich die Thatsache, dass die Laubhölzer im Mittelalter in den Waldungen sehr viel stärker vertreten waren als heute, dass reine oder fast reine Laubwaldungen in vielen Gegenden vorwogen.**

Unter den Gebieten, welche im Jahre 1300 nur Laubwälder besassen, befindet sich auch die Lüneburger Heide. Wer heute in diese Gegend kommt, wird kaum glauben wollen, dass hier einst ausgedehnte Eichen- und Buchenwaldungen standen, wo jetzt entweder in ihrer Einförmigkeit und Gleichartigkeit langweilige Kieferschonungen sich ausdehnen oder das Auge hinschweift über die scheinbar unbegrenzten vom gewöhnlichen Heidekraut bedeckten Flächen. Wer aber die Heide aufmerksamen Auges durchwandert, der findet bald hier bald dort verkrüppelte, von den Schafen kurzgehaltene Eichen- und Buchbüsche, die letzten Reste jener durch die übertriebenen Holznutzungen zu Gunsten der Lüneburger Salzwerke und den fortgesetzten Plaggenhieb, der dem Boden die Nährstoffe entzog, verdorbenen Wälder. Dass die Eiche hier gedeihen kann, das zeigen nicht nur die mächtigen Stämme, die nach alter Sitte dort jeden Bauernhof umgeben, von denen das Sprichwort sagt, dass, so lange sie noch gegen Himmel ragen, auch der kernige Stamm der Niedersachsen nicht vergehen werde; es beweisen dies auch schöne junge Stangenhölzer, die der Aufforstungsthätigkeit der Provinz Hannover ihr Dasein verdanken. Die Anschauung, dass wir es hier mit einem reinen Laubholzgebiet zu thun haben, ist in neuerer Zeit von Drude angefochten worden, auf Grund der Funde, die Conwentz in dem Torfmoor bei Stelle nördlich von Hannover, nahe aber doch

* Besonders wichtig sind die Arbeiten von E. Krause.

** Siehe die Karte.


Holzartenbestand der deutschen Waldungen um 1300
Reine Laubholzgebiete
Gebiete in denen das Laubholz weitausüberwiegt
Gebiete in denen das Laubholz vorherrscht
Gebiete in denen das Nadelholz vorherrscht
Holzartenbestand der deutschen Waldungen im Jahre 1893
Gebiete mit über 50% Nadelholz
Gebiete mit über 50% Laubholz
Gebiete mit über 80% Laubholz

immerhin noch südlich der Grenze unseres Gebietes, gemacht hat. Conwentz fand hier Reste eines mächtigen Eibenhorstes, daneben solche von Fichten, Eichen und Birken. Wenn nun auch das Alter des Moores nicht bestimmt werden kann, so scheint es doch sicher, dass schon Jahrhunderte verflossen sind, seit jene Bäume, deren Stöcke und Stammreste Conwentz fand, im Torfmoore versanken. Ein Beweis dafür, dass auch weiter nördlich noch Fichten vorgekommen seien, ist erst noch zu erbringen, immerhin erscheint das ja nicht unwahrscheinlich, und so erhebt sich die Frage, wie dies mit der Thatsache übereinstimmt, dass um 1300 nur Laubhölzer die Waldungen jener Gegend bildeten. Ich glaube die Erklärung ist darin zu suchen, dass jener untergegangene, von Conwentz entdeckte Eiben- und Fichtenhorst, als ein Glied der Reliktenflora aufzufassen ist, über die wir ja vor einigen Wochen hier interessante Mittheilungen erhalten haben. Zweifellos haben nach dem Ende der Eiszeiten die Nadelhölzer, Fichte und Kiefer, welche mit geringeren Wärmemengen auskommen können und durch die leichten geflügelten Samen zur raschen Wanderung viel besser ausgerüstet sind, vor den schwerfrüchtigen Eichen und Buchen einen bedeutenden Vorsprung gehabt und daher vor diesen von den frei gewordenen Gebieten Besitz ergreifen können. Diese folgten ihnen erst langsam nach, vermochten sie aber dort, wo Boden und Klima ihnen besonders günstig waren, allmählich zu verdrängen. Sehen wir doch heute noch nach einer Mittheilung Sernanders im südlichen Scandinavien die Buche ohne Zuthun des Menschen in Fichtenwaldungen eindringen und allmählich die Fichte ganz ersetzen. War diese wirklich in unserem Gebiete vor Eiche und Buche heimisch, so wird sich der gleiche Vorgang vollzogen haben, vielleicht unabsichtlich begünstigt durch Massnahmen der Menschen. Es ist ein alter Brauch der Viehzucht treibenden Nomadenstämme die Weideflächen von Zeit zu Zeit abzubrennen, um den Graswuchs zu verbessern, die der Weide abträgliche Strauch- und Bodenvegetation zu zerstören. Die Bodenfeuer, welche so entstehen, vernichten die Nadelhölzer, soweit sie nicht eine sehr starke Borke haben, völlig, verhindern ferner, wenn sie regelmässig wiederkehren, deren natürliche

Verjüngung, während die Laubhölzer sich durch die Fähigkeit vom Stock auszuschlagen, zu erhalten vermögen. Ganz besonders ist die Fichte wegen ihrer dünnen Borke bei den Waldbränden gefährdet. Dass diese Holzart in den Lappmarken Scandinaviens, soviel südlicher ihre Grenze findet als die Birke, ist nach Sernander lediglich auf die Feuer zurückzuführen, welche die Lappen zur Verbesserung der Rennthierweide alljährlich anlegen. Ebenso sind die immer wiederkehrenden Waldbrände in den Vereinigten Staaten Amerikas die Ursache, warum die Pinus australis, welche das werthvolle Pitsch-pine liefert, immer mehr verschwindet und eine kleine werthlose Palme Sabal serrulata an ihre Stelle tritt, ja ihnen schreibt Professor Mayr die Schuld zu, warum die baumlose Prärie sich so weit ausgedehnt hat und noch immer weiter ausdehnt hinaus über die Grenzen ihres natürlichen Standortes. Aehnliche Vorgänge mögen in unserm Gebiete sich vollzogen und die etwa vorhandenen Nadelhölzer vernichtet haben, so dass eben im beginnenden Mittelalter nur noch Laubhölzer die Waldungen bildeten.

Ein zweites reines Laubholzgebiet umfasst das Rheinthal von Karlsruhe bis Mainz und den grössten Theil des Odenwaldes. Für das Rheinthal können wir den Zeitpunkt der Einführung der Kiefer in einigen Fällen genau bestimmen. 1498 bezog der Markgraf von Baden aus Nürnberg einige Säcke Samen und den Tannensäer, d. h. einen mit der Kunst des Säens bekannten Mann; am Anfang des 16. Jahrhunderts rieth ein Forstmann dem Kurfürsten von der Pfalz in einem Gutachten über die Waldungen zwischen Schwetzingen und Worms Kiefernsamen, da er nicht des Landes Art sei, aus der Oberpfalz kommen zu lassen, und schon 1424 beschloss der Rath der Stadt Frankfurt Kiefernsamen von Nürnberg zu beziehen, um zu sehen, ob diese Holzart auch in der Frankfurter Gegend gedeihe, sie muss also bis dahin hier gefehlt haben. Für den Odenwald aber bezeugen die gleiche Thatsache die alten Waldbeschreibungen, sowie der Umstand, dass der hier schon im 14. Jahrhundert sehr lebhaft betriebene Holzhandel nur Buchen- und Eichenholz nach der Rheinebene verführte, während tannene Bauhölzer schon damals aus dem Schwarzwalde eingeführt wurden.

Das Bestehen des dritten reinen Laubholzgebietes, da
die rauhe Alb und die Fildern umfasst, hat Tscherning bereit
1854 nachgewiesen. Ich möchte hier nur mit einigen Worte
erwähnen die von Gradmann im vorigen Jahre dargelegt
Uebereinstimmung, welche zwischen der Nordostgrenze diese
Gebietes und dem Zug des obergermanisch rhätischen Lime
besteht. Dieser macht bekanntlich bei Welzheim ein Kni
nachdem er von Walldürn bis Welzheim in einer gerade
Linie verlaufen ist, biegt er hier gegen Osten aus und zieh
in gebrochener Linie nach der Donau, die er bei Hienhein
erreicht. Dieser Verlauf ist darum auffällig, weil einmal di
zu bewachende Strecke sehr viel länger ist, als wenn di
Linie vom höchsten Punkte des rhätischen Limes bei Gunzen-
hausen direkt nach Walldürn gezogen worden wäre. Stich-
haltige strategische Gründe für diesen Verlauf sind bis-
her nicht aufgefunden worden, einleuchtend aber wird di
Wahl dieses Zuges, wenn man bedenkt, dass die Gebiet
südlich des rhätischen Limes schon in der Römerzeit ziemlich
dicht besiedelt und relativ gut angebaut waren, während die
Gegend zwischen beiden Limesarmen ein unwirthlicher Urwald
bedeckte. Der Limes folgt also der Grenze des besiedelten
werthvollen Geländes und schliesst das wenig werthvolle aus
Die Uebereinstimmung aber zwischen diesem Grenzverlauf und
der Scheide zwischen dem Laub- und Nadelholz erklärt
sich leicht aus der Bodenbeschaffenheit. Im Laubholzgebiete
finden wir kalk- und lehmreiche Bodenarten, wie sie ja die
Buche besonders liebt und die der Ackerbauer wegen der
grösseren Fruchtbarkeit bevorzugt vor den armen Sand- und
Kiesböden des Stubensandsteins, auf denen die Nadelhölzer
überwiegen, und die in dem Welzheimer Wald vorherrschen,
der gerade im Limeswinkel liegt. Die Bodenbeschaffenheit
bildete in letzter Linie die Ursache der natürlichen Ver-
theilung der Laub- und Nadelhölzer und sie bestimmte die An-
siedler, so lange genug Gelände im fruchtbaren Laubholz-
gebiet zur Verfügung stand, das Nadelholzgebiet zu meiden,
und der dadurch gegebenen Ausdehnung der Ansiedelungen
folgten die Römer mit dem Limes.

Fassen wir die Vertheilung von Laub und Nadelholz im
Ganzen ins Auge, so ist im Mittelalter der Nadelwald vor-

herrschend gewesen nur in den heutigen Provinzen Ost- und Westpreussen sowie Posen, einem Theil der Mark Brandenburg und in Schlesien rechts der Oder, sodann in den Böhmen umrahmenden Gebirgen, dem Thüringer Wald, dem Harz, der oberfränkischen Hochebene und den Alpenländern; in dem weitaus grössten Theile Deutschlands überwog das Laubholz. Dieses Verhältniss hat sich im Laufe der seitdem verflossenen 6 Jahrhunderte so verschoben, dass heute das Nadelholz in fast ganz Norddeutschland und in grossen Theilen Süddeutschlands vorwiegt, dass dem Nadelholz 66 Prozent des deutschen Waldes zufallen.

Versuchen wir die historische Entwickelung dieser Wandlung zu verfolgen, so kommen wir zunächst zu dem Resultate, dass sie ungefähr gleichzeitig mit den Bestrebungen positive Leistungen zur Verbesserung der Waldzustände zu schaffen, begonnen hat. Bis zum Ende des 13. Jahrhunderts — im Innern der deutschen Mittelgebirge und östlich der Elbe sogar noch bis zum Ende des 16. Jahrhunderts — war die Waldfläche überall noch so gross, dass Rodungen i. A. verdienstlich erschienen, und nur im Interesse der Jagd und gelegentlich auch der Waldweide eingeschränkt wurden. Erst als die deutsche Kolonisation des Ostens in der Hauptsache beendet war, die Abwanderung des Bevölkerungsüberflusses in die den Slaven wieder entrissenen Gebiete aufhörte und daher die Bevölkerungsdichte rasch stieg, wuchsen die Ansprüche an die Waldungen so sehr, dass auch aus Rücksicht auf die Befriedigung des Holzbedarfes Rodungen verboten wurden, und bald folgten dann Verordnungen, welche den Anbau von Waldbäumen anbefahlen. 1368 sind zu Nürnberg die ersten Nadelholzsaaten ausgeführt worden, von dort wurde diese Kunst, wie wir sahen, nach der Rheinebene übertragen. Die Versuche Nadelholz anzubauen in Gebieten, in denen es bisher nicht heimisch war, dürften wohl auf den Wunsch zurückzuführen sein, das eichene Bauholz durch tannenes zu ersetzen, um die Eichen, deren Früchte dem Wild zur Aesung dienten und die Grundlage der vielerorts finanziell sehr ergiebigen Mastnutzung bildeten, im Walde erhalten zu können. Wo schon alte Nadelhölzer vorhanden waren, haben dann die Kriege des 16. und 17. Jahrhunderts,

ihre Verbreitung begünstigt; auf verödeten Aeckern siedeln sich in unserem Klima schon nach wenigen Jahren Holzgewächse an und hierbei sind Kiefer und Fichte wegen des geringen Gewichtes ihrer geflügelten Samen begünstigt gegenüber der Eiche und der Buche, den leichtsamigen Laubhölzern wie Birke und Aspe sind sie aber auf die Dauer an Wuchsenergie erheblich überlegen, sie vermögen sie, wo der Mensch nicht eingreift, vielfach zu verdrängen. Als dann um die Mitte des 18. Jahrhunderts von vielen Forstverwaltungen energische Bestrebungen zur Verbesserung der Waldwirthschaft gemacht wurden, führten diese ebenfalls wieder zu einer Begünstigung des Nadelholzes, dessen Anbau auf Blössen und durch schlechte Wirthschaft heruntergekommenen Böden leichter gelingt, als der des anspruchsvolleren Laubholzes. Und doch sahen die Forstmänner jener Zeit hierin nur einen Nothbehelf, als erstrebenswerthes Ziel galt ihnen die Erhaltung, Verjüngung und Vermehrung der Buch- und Eichwaldungen, und das Ergebniss ihrer Bemühungen war die Methode der Dunkelschläge, in der die Verjüngung der Buche sich gut vollzieht, aber auch fast nur der Buche. Ihr verdanken die meisten unserer heutigen alten Buchwälder ihre Entstehung, aber leider hat der gleichaltrige Wuchs, der bei diesem Verjüngungsverfahren erzielt wird, in vielen Fällen dazu geführt, dass die lichtbedürftigeren Eichen von den dunkelschattenden Buchen überwachsen wurden und eingingen. Es ist nun einmal nicht zu leugnen, dass unsere Laubwaldungen heute viel ärmer an Eichen sind als vor 100 Jahren und dass manche werthvolle Holzart, wie Elzbeere, Speierling, Ahorn, Linde und Esche in vielen Waldgebieten sehr selten geworden oder ganz verschwunden sind, ja, dass in Nordwestdeutschland sogar an Hainbuchenstammholz Mangel eingetreten zu sein scheint, da Fabriken in Hannover schon bei uns als Käufer auftreten. Dieses Ergebniss ist gewiss recht bedauerlich, aber man muss, um den Bestrebungen jener Forstmänner, welche die Dunkelschläge einführten und in ihnen reine Buchenwälder erzogen, gerecht zu sein, auch bedenken, dass diese der Aufgabe der Waldwirthschaft, wie sie vor 100 und 150 Jahren sich darstellte, am vollkommensten entsprachen. Damals war es doch nicht

so ganz unbegründet, sich darum zu sorgen, ob die Waldungen auch in Zukunft genug Brennholz liefern würden, denn wer konnte die Entwickelung des Steinkohlenbergbaus voraussehen, zu einer Zeit als in manchen Gegenden das Publikum selbst durch Strafen sich nicht zur Steinkohlenfeuerung zwingen liess.

Im 19. Jahrhundert haben dann folgende Umstände zu einer steigenden Begünstigung der Nadelhölzer geführt. Die Waldungen befanden sich 1815 vielerorts in einem recht schlechten Zustande, grosse Blössen harrten der Aufforstung und auf umfangreichen Flächen waren die Bestände durch die von der Noth der Kriegszeiten und der Unsicherheit der politischen Zustände verursachten Uebernutzungen so herunter gekommen, dass eine Ausheilung der Schäden, lediglich durch natürliche Verjüngung, unmöglich schien. Und auch hier erwies sich die Noth als vortreffliche Lehrmeisterin, eine Reihe billiger und guter Kulturverfahren für Kiefer und Fichte wurden in dieser Zeit ersonnen und erprobt, die Leichtigkeit aber, mit der sich so schöne Nadelholzjunghölzer erzielen liessen, verleitete auch manchen sie dort zu verwenden, wo der alte Laubholzbestand noch ganz gut auf natürlichem Wege hätte verjüngt werden können. Andererseits führte die seit der Mitte des 18. Jahrhunderts immer intensiver geübte Streunutzung in vielen Waldungen eine solche Bodenverschlechterung herbei, dass der Uebergang zu den genügsameren Nadelhölzern nothwendig wurde. Ausschlaggebend aber ist das Sinken der Brennholzpreise in Folge der steigenden Verwendung der mineralischen Kohle gewesen; die Nadelholzwirthschaft, die überdies meist bedeutend grössere Massenerträge liefert, wurde rentabler als der Buchenhochwald, der hauptsächlich nur Brennholz gibt. Das an und für sich durchaus berechtigte Streben nach hohen Massen und Gelderträgen führte vor allem zu einer Begünstigung der Fichte, die hierin das meiste zu leisten versprach, ein Bevorzugung, die unzweifelhaft an manchen Orten viel zu weit ging, durch die diese Holzart in Klimate und auf Böden gebracht wurde, wo sie zwar einen üppigen Jugendwuchs zeigte, aber weder werthvolle Stämme ergab, noch ein hohes Alter erreichte, sondern frühzeitig der Rothfäule erlag. Auch

sonst blieben Rückschläge nicht aus. Die ausgedehnten reinen Nadelholzbestände unterlagen Beschädigungen durch Schnee, Wind, Insekten und andere Gefahren, wie sie der alte Laubholzwald und gemischte Wald nie gekannt hatten, die den von der Umwandlung erhofften Gewinn vielfach in das Gegentheil verwandelten. Auf Grund dieser Erfahrungen wurde die Forderung der Rückkehr zum gemischten Walde immer öfter und nachdrücklicher erhoben, und es ist nicht zu verkennen, dass auch bereits vieles in dieser Richtung geschehen ist, aber die statistisch erwiesene Thatsache, dass das Laubholz doch immer noch mehr zurückgedrängt wird, legt den Schluss nahe, dass es sich mehr um ein Unterlassen als um ein positives Eingreifen handelt; dass wohl bei der Verjüngung alter Laubholzbestände darauf hingearbeitet wird, das Laubholz in entsprechendem Masse auch im künftigen Bestande vertreten zu sehen, nur wenig aber für seine Einführung als gleichberechtigtes Glied des Bestandes in bisher reine Nadelwälder geschehen ist. Und doch wird auch dieser Schritt noch gethan werden müssen; zunächst weil wir nur so vielen Gefahren wirksam begegnen können, sodann aber auch weil er die Grundlage für die Produktion hochwerthigerer Hölzer, als sie im reinen gleichalterigen Nadelholzwald erzogen werden können, bildet. Und das muss doch wohl angesichts der heutigen Lage des Holzhandels und der auch noch für die Zukunft zu erwartenden starken Konkurrenz des Auslandes das Ziel der deutschen Forstverwaltungen sein. Ist doch z. B. heute in manchen Mecklenburg'schen Waldungen die Starkholzzucht allein lohnend, weil schwache Hölzer in grossen Mengen und zu billigen Preisen aus dem Auslande eingeführt werden, und ein ähnliches Verhältniss wird sich wohl noch mehrfach herausbilden. Aber auch darum wird der Qualitätsproduktion, und zwar mit Verwendung möglichst vieler Holzarten, die Zukunft gebühren, weil die Zeiträume, die zwischen Saat und Ernte verstreichen, so ungeheuer lang sind, eine Vorhersage der Absatzverhältnisse zur Erntezeit der heute begründeten Bestände unmöglich erscheint. Wer bürgt uns dafür, dass in 100 Jahren die schwachen und mittelstarken Nadelhölzer noch eine so ausgedehnte Verwendbarkeit haben wie heute, dass nicht Fortschritte der Technik sie ähnlich überflüssig gemacht haben.

wie in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts der Steinkohlenbergbau das Buchenbrennholz, und dass nicht neue Erfindungen andern Holzarten grösseren Werth verleihen. Wer aber Qualitätshölzer in vielen verschiedenen Arten erzieht, wird voraussichtlich immer guten Absatz haben.

Noch möchte ich mit wenigen Worten die Frage des Anbaues ausländischer Holzarten berühren. Auch die hierauf gerichteten Bestrebungen reichen schon ziemlich weit zurück, schon 1585 liess ein badischer Amtmann in Emmendingen sich aus Tirol Lärchensamen schicken, um diese Holzart einzubürgern. Aehnliche Versuche wurden dann mehrfach gemacht, doch war 1700 die Lärche in vielen Theilen Deutschlands noch so unbekannt, dass man zu Hannover 2 Exemplare, die man aus Holland erhalten hatte, lange Zeit hindurch in Orangeriehäusern zog, weil man sie für Libanoncedern hielt. In der zweiten Hälfte des 18. und im 19. Jahrhundert ist die Lärche in ganz Deutschland vielfach angebaut worden, aber im Ganzen mit nur mässigem Erfolg. Denn wenn auch einige sehr schöne Bestände jener Zeit entstammen so z. B. im Hagenschiess bei Pforzheim, aus den vom Markgrafen Karl Friederich ausgeführten Kulturen, in den Neckarbergen des Odenwalds, ferner in Ostfriesland und anderwärts, in der Mehrzahl der Fälle erwies sich das Klima als zu milde, und Pilze und Insekten führten ein vorzeitiges Absterben der Kulturen herbei. Auch die Einbürgerung nordamerikanischer Holzarten ist bereits in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts versucht worden, um sie haben sich besonders der preussiche Oberforstmeister v. Burgsdorff und Freiherr v. Wangenheim, der als hessischer Offizier im Solde der Engländer nach Nordamerika gekommen war und dort an Ort und Stelle Studien über das Vorkommen und die Ansprüche der einzelnen Holzarten gemacht hatte, bemüht. Als Ergebniss dieser Versuche ist die Thatsache zu nennen, dass Weymouthskiefer und falsche Accazie (Robinia pseudaccacia) Bürgerrecht im deutschen Walde erworben haben und in ziemlich erheblichem Umfange angebaut werden, dass ferner amerikanische Eschen und Rotheichen hier und dort im Walde mit Erfolg kultivirt worden sind, vor allem aber die ausgedehnte Verwendung amerikanischer Holzarten bei Parkanlagen jener Zeit.

Die neueste Epoche dieser Bestrebungen begann im Ende der 70. Jahre des 19. Jahrhunderts, als der Pflanzschulbesitzer John Booth in Klein-Flottbeck mit grosser Energie für den Anbau amerikanischer Holzarten Propaganda machte. Es gelang ihm die preussische Regierung dafür zu interessiren, und 1880 nahm dann der Verein deutscher forstlicher Versuchsanstalten die Anstellung systematischer Anbauversuche in sein Programm auf. Seitdem sind in fast allen deutschen Staaten derartige Versuche in gröserem oder kleinerem Umfange gemacht worden, in Preussen z. B. waren 1895 über 600 ha mit ausländischen Holzarten meist nordamerikanischer theilweise auch japanischer Herkunft angelegt. Ein abschliessendes Urtheil über die Zukunft dieser Bestrebungen ist natürlich heute noch nicht möglich, denn es genügt ja nicht, dass eine Holzart in der Jugendperiode bei uns gedeihe, es muss auch ihre Entwickelung im höheren Alter abgewartet werden, denn oft folgt auf ein üppiges Jugendwachsthum ein rasches Nachlassen und vorzeitiges Eingehen im Stangenholzalter. Ein wesentlicher Faktor für das dauernde Gedeihen einer Holzart ist die Luftfeuchtigkeit, und an diese machen viele der fremden Holzarten so hohe Ansprüche, dass sie sich kaum dauernd bei uns halten dürften. Weiter aber muss die Forstverwaltung verlangen, dass eine als anbauwürdig zu bezeichnende Holzart auf gleichem Standorte höhere Werthe produzire, als die einheimischen. Hierüber wissen wir aber noch fast gar nichts, nur für die Douglastanne ist festgestellt, dass sie unter günstigen Umständen auch in Deutschland ein höchst werthvolles dem Lärchenholz gleichzuachtendes Material liefert, wir wissen aber noch nicht wie lange der günstige Jugendwuchs anhalten wird, und überdies sind in einzelnen Douglaskulturen bereits Pilzepidemien aufgetreten, die deren Bestehen in Frage stellten. Jedenfalls darf man nicht die Güte des Holzes, wie sie an aus den amerikanischen Urwaldungen stammenden Stücken sich zeigt, einfach als Massstab der Anbauwürdigkeit nehmen, denn das im Urwald in langen Zeiträumen erzeugte Holz ist durch seinen gleichförmigen feinringigen Bau immer dem Produkt unserer Kulturwaldungen überlegen, auch in Amerika ist der second growth. viel geringwerthiger als die Stämme des jungfräulichen Waldes. Es werden die Versuche also

noch längere Zeit fortgesetzt werden müssen, ehe eine Entscheidung getroffen werden kann, ob eine oder mehrere Holzarten in grösserem Umfange angebaut werden sollen. Immerhin lässt sich heute doch eine kleine Anzahl nennen, bei denen dies wohl möglich ist. Hierher gehört die bereits genannte Douglastanne, die aus den Weststaaten Amerikas stammt, die von Alaska bis Californien verbreitete Sitkafichte, dann Chamaecyparis Lawsoniana und Thuja Menziesii, ferner die japanische Lärche, die Schwarznuss, die amerikanische Esche und die kanadische Pappel, schliesslich nicht wegen der Holzproduktion aber wegen ihrer Anspruchslosigkeit Pinus rigida, lange Zeit in Europa für die Erzeugerin des Pitchepin gehalten, die die allergeringsten Böden zu bestocken und durch ihren Nadelabfall soweit zu verbessern vermag, dass dann unsere Kiefer mit besserem Erfolg wieder angebaut werden kann. Es mag sein, dass nach dem Ergebniss der fortzusetzenden Versuche noch die eine oder andere Holzart hinzukommt, aber gross wird deren Zahl wohl nie werden. So z. B. dürfte allen amerikanischen Eichen nicht viel Bedeutung beizulegen sein, da keine die unsrigen in der Holzgüte erreicht. Mag aber die Zahl der einzubürgernden Holzarten auch etwas grösser oder kleiner ausfallen, sie werden schwerlich je einen beträchtlichen Antheil an der Bestockung bilden, auch in Zukunft wird die Aufgabe der deutschen Forstwirthschaft, dem ihr überwiesenen Boden die höchsten Werthe abzuringen, in erster Linie mit Hülfe der einheimischen Holzarten zu erfüllen sein.

Beobachtungen am Eise des Feldberges im Schwarzwalde im Winter 1901.

Von Dr. **K. Futterer**,
Professor an der Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Einleitung.

Die Witterungsverhältnisse um die Jahreswende von 1900 und 1901 waren im hohen, südlichen Schwarzwalde ganz ungewöhnliche. Während sonst um diese Zeit eine mächtige Schneedecke die breiten Hochkuppen überzieht, der Verkehr über Pass und Thal nur mit Mühe aufrecht erhalten werden kann, und die vereinzelten Höfe in den Seitenthälern und auf Bergvorsprüngen wochenlang abgeschlossen sind von den Dörfern und den Nachbarn, war in diesem Jahre sehr wenig Schnee gefallen und an allen der Sonne exponierten Punkten wieder weggeschmolzen, so dass nur an ganz besonderen Stellen, die dem Schnee Schutz vor dem Abschmelzen boten, noch Reste der früheren Schneebedeckung in geringer Stärke und beschränkter Verbreitung sich erhalten konnten.

Im Osten des Feldbergs liegt zwischen steilabfallenden Felsabstürzen der Kessel des Feldsees, von dem nach Ostnordosten das Rotwasser-Thal zum Titisee hinabzieht. Die breite, wellig-ebene Thalfläche, sowie die sämmtlichen auf der Nordseite gelegenen Berggehänge mit Weideland und Wald waren fast ganz frei von Schnee, wenn man sie von dem schon hoch gelegenen Bärenthal (1005 m) übersah. Dunkel hoben sich die mächtigen Tannenbestände von der gelblichen Farbe der winterlichen Felder und Weidenflächen ab; hinab im Thale bis zum Titisee war überhaupt kein Schnee zu sehen, und erst über dem Felskessel des Feldsees begannen an der oberen Waldgrenze in etwa 1200 m Höhe zusammenhängende Schneedecken über die flachen Kuppen vom Seebuck zum Feldberge sich auszudehnen.

Auf der nach Norden und Nordosten sehenden Thalseite

oberhalb von Bärenthal, an der sich die Fahrstrasse zum Feldberger Hof mit Einbiegungen in tief eingeschnittene, vom Hochkopf nach Nordnordosten herabgehende Seitenthälchen durch düstere Tannenwälder allmählich hinaufzieht, befand sich an freien Stellen, auf dem Wege und an Lichtungen noch eine etwa 5 cm starke Schneedecke. In diese Thalschluchten dringt im Winter kein Sonnenstrahl, während weiter oben, wo der Weg eine südwestliche Richtung unterhalb der Jägermatte einschlägt, die Sonnenstrahlen denselben von Schnee ganz befreit hatten. Erst noch höher, von der Jägermatte ab (1230 m), war die Schneebedeckung in einer Stärke von 15 cm ununterbrochen. Der Schnee zeigte aber hier an der Oberfläche überall die Spuren von Schmelzung und Wiedergefrieren, so dass er das Aussehen eines groben Agglomerates von Eiskörnern hatte. Das war überall die Beschaffenheit der Schneedecke auf den hochgelegenen, freien Kuppenflächen, die sich von dem Feldbergmassiv gegen Belchen und Herzogenhorn hinziehen.

Wie schon erwähnt, reichte damals, am 13. und 20. Januar diese kontinuirliche Schneedecke, die dem Firnschnee in ihrer Beschaffenheit glich, nicht unter 1200 m herab, und nur eine Stelle, die viel tiefer lag (900 m), machte eine Ausnahme. Hier in der engen, waldigen Schlucht, in der nur wenige kleine, freie Stellen das Dunkel des Waldes unterbrechen, hatten sich ältere Schneebestände halten können; sie hatten sich aber auch verändert, aber nicht in der Art wie der Schnee auf den Hochflächen dem Firnschnee ähnlich geworden war, sondern überall war die Oberfläche mit den zierlichsten Eiskrystallbildungen überzogen, welche die feinsten Spitzengarnituren an Schönheit weit übertrafen. Sie werden im Folgenden näher zu beschreiben sein, und die Stellen, an denen sie ganz ausschliesslich nur beobachtet werden konnten, lagen im sogenannten „Hinteren Seewalde“ oberhalb der Brücke, auf welcher der Weg vom Titisee nach Bärenthal und dem Feldberg den Seebach überschreitet und sich in enger, waldiger Schlucht steiler gegen Bärenthal hinaufzieht. Nur so weit der enge Theil der Schlucht reichte, in welche kein Sonnenstrahl dringt, und nur an freien Stellen, nicht im dichteren Walde, befanden sich noch

diese alten Schneeflächen und -Decken auf den groben Moränenblöcken.

Ehe auf die nähere Beschreibung der gemachten Beobachtungen eingegangen werden soll, mögen hier kurz die Witterungslage und die meteorologischen Verhältnisse, unter denen die zu schildernden Erscheinungen entstanden waren, skizziert werden. Schon von der zweiten Hälfte des Dezember ab gab es in der Feldbergregion keine Niederschläge; weder Regen noch Schnee war gefallen. Das gleichmässige, schöne Wetter hielt ohne Unterbrechung bis zum 21. Januar 1901 an und zeichnete sich durch dynamische Erwärmung der Luft, ferner bei dem klaren Wetter durch starke Insolationswirkung der Sonne in den hochgelegenen Gebieten um die Mittagszeit, und beträchtliche nächtliche Abkühlung durch die starke Ausstrahlung nach dem sternklaren Himmel aus.

In der folgenden Tabelle, die ich der Liebenswürdigkeit des Herrn Prof. Dr. Schultheiss verdanke, sind die meteorologischen Aufzeichnungen der Beobachtungsstation Todtnauberg für die hier hauptsächlich in Frage kommende Zeit vom 1.—21. Januar wiedergegeben. Der Ort selbst liegt in 1021,5 m Meereshöhe und auf der Südwestseite des Feldbergmassives; aber bei der Nähe desselben am Feldberge und der Gleichartigkeit der meteorologischen Verhältnisse dürften die dort gemessenen Werthe ohne wesentlichen Fehler auch auf das östlicher gelegene Gebiet, das hier in Frage steht, sich zum Vergleich ausdehnen lassen.

Station Todtnauberg.

(Meereshöhe 1021,5 m, Polhöhe 47°51′ östl. Länge von Greenwich 31^{m}48^{s}).

Datum	Lufttemperatur		Relative Feuchtigkeit			Bewölkung und Niederschlag
	Min	Max.	7^h	2^h	9^h	
1.	−1,7	1,2	96	96	100	Himmel ganz bedeckt, etwas Schnee und Abends starker Nebel.
2.	−3,3	−0,3	100	96	96	früh wolkig, dann heiter; Abends starker Nebel.
3.	−11,5	−2,5	93	100	58	Morgens bedeckt, dann heiter; Wind aus Nordwest.

Datum	Lufttemperatur Min.	Max.	Relative Feuchtigkeit 7h	2h	9h	Bewölkung und Niederschlag
4.	-12,3	-6,4	70	70	64	wolkenlos; schwacher Wind aus Südwest.
5.	-17,3	-9,6	70	77	90	heiter, später etwas Wolken; mässiger Wind aus Nordost.
6.	-18,2	-9,1	89	81	92	fast wolkenlos; Abends etwas Wolken; schwacher Wind von Südwest.
7.	-12,7	-1,5	66	69	79	wolkenlos; schwacher Wind von Südwest.
8.	-6,0	3,3	62	55	65	früh heiter, dann bewölkt; Nachmittags einige Schneeflocken; schwacher Wind von Nordwest.
9.	-0,3	8,5	46	85	62	wenig bewölkt, Abends wolkenlos, Wind von Nordwest.
10.	-1,0	4,5	96	85	92	wenig bewölkt.
11.	-0,7	4,0	92	84	96	früh bedeckt, später wenig bewölkt.
12.	-0,7	3,5	96	81	92	Tags bedeckt, Abends wolkenlos; früh 10 Uhr etwas Schnee. Wind schwach von Nordwest,
13.	-3,2	3,0	44	43	42	vollkommen wolkenlos. Mässiger Wind von Nordost.
14.	-1,1	5,1	40	34	29	ebenso.
15.	-6,1	4,0	81	61	47	ebenso, Morgens Wind aus Südwest, Abends aus Nordwest.
16.	-2,2	-6,2	52	64	71	ebenso.
17.	-2,9	4,5	66	74	68	ebenso, starker Wind aus Südost, morgens und Abends aus Nordwesten.
18.	-4,2	4.5	72	51	69	früh etwas bedeckter Himmel, dann fast wolkenlos.
19.	-4,2	8,6	68	39	53	früh und Abends wolkenlos; Tags bedeckter Himmel.
20.	-0,7	5,0	96	100	98	Witterungsumschlag. Nachts Sturm und Regen aus Südwesten und Nordwesten bis Mittags 11 Uhr; dann Schneefall.
21.	-1,1	0,5	100	100	100	Sturm und Schnee aus Nordwesten bei heftigem Wind; fast beständig Nebel.

Die Erwärmung der Luft um Mittag mag in den höheren Feldbergregionen, die sich ausgezeichnet milder Tage erfreuten, höher gewesen sein als die Stationsbeobachtungen in Todtnauberg angeben; das ist aber für die engen Thäler auf der Nordostseite des Feldberges ohne Bedeutung, da dorthin keine starke Sonnenwirkung stattfindet, und die kühle Luft nicht durch die leichtere, warme Luft der Höhen verdrängt werden kann. Stärkere Winde traten während der ganzen Periode bis zum Witterungsumschlage am 20. Januar nicht auf, und die meisten Nächte waren vollkommen klar.

Die allgemeine Witterungsübersicht ergibt, dass die beiden ersten Drittel des Monates Januar sehr kalt und trocken waren. Die am Anfang Januar eintretende Kälte, welche dem bis dahin milden Wetter ein Ende machte, war durch Winde von einem über Nordosteuropa gelegenen Maximum verursacht; während einigen durch die Verschiebung der Luftdruckmaxima bedingten Schwankungen der Kälte herrschte auf den Höhen vom 8. Januar ab eine völlige Temperaturumkehrung bei sehr trockener und durchsichtiger Luft. „Besonders scharf war sie an den Tagen vom 16.—19. ausgeprägt, als die tieferen Lagen in dichte Nebel, die stellenweise starken Rauhreif erzeugten, gehüllt waren. In 1000 m Höhe war es dabei bis zu 11° im Durchschnitt wärmer als in der Rheinebene. Am 20. führte eine über der Nordsee erschienene Depression einen Umschlag zu trübem und mildem Wetter herbei, das den tieferen Lagen meist Regen, den höheren Schnee brachte, und das bis zum Monatsschluss anhielt“.[1]

Das herrliche Winterwetter und die grossartige Alpenaussicht vom Feldberg, von der die Zeitungen berichteten, hatten mich veranlasst, am Sonntag den 13. Januar einen Ausflug mit meiner Frau zum Vergnügen dorthin zu unternehmen; unterwegs entdeckten wir die schönen Eiskrystalle

---

[1] Siehe Bericht des Centralbureaus für Meteorologie und Hydrographie im Grossherzogthum Baden: Uebersicht der Ergebnisse der an den badischen meteorologischen Stationen angestellten Beobachtungen etc. im Monat Januar 1901.

und später die im Folgenden beschriebenen Eiszapfen. Es gelang auf dem Rückwege, eine Anzahl dieser letzteren unversehrt nach Karlsruhe zu bringen und sie dort der optischen Untersuchung zu unterwerfen und zu photographieren.

Ein am 19. Januar zum speziellen Studium dieser Erscheinungen mit entsprechender Ausrüstung unternommener Ausflug ergab noch gute Resultate; aber in der Nacht, während ich mit dem Diener auf dem Feldberge übernachtete, trat der Witterungsumschlag ein, und alle weiteren Studien wurden auf der Höhe durch den starken Schneesturm, der aus Südwesten kam, und die schon während der Nacht eingetretene wärmere Lufttemperatur verhindert. Die schönen Eiskrystalle, die zur Untersuchung mitgenommen wurden, waren schon auf dem Feldberge zerschmolzen, und trotz angewandter Kältemischungen war es nicht mehr möglich, die Eiszapfen in so tadellosem Zustande nach Karlsruhe zu bringen, wie das 8 Tage vorher der Fall war.

Mit einem Schlage hatte die veränderte Witterungslage der ganzen Eispracht ein Ende gemacht, und sie sollte in diesem Winter nicht wieder auferstehen. Es wird wohl lange gehen, bis die glückliche Kombination der verschiedensten Umstände die Eisbildungen wieder zu solcher Schönheit auskrystallisieren lässt, wie das im Januar der Fall war, der mit seinen selten regelmässigen und gleichartigen Witterungsverhältnissen, dem Mangel an Schnee und den klaren Nächten, die günstigsten Bedingungen bot und Erscheinungen zur Entfaltung brachte, die nicht in jedem Winter in gleicher Schönheit zu sehen sind. Darin liegt wohl auch der Grund, dass sie bisher nicht häufiger am Feldberge oder im Schwarzwalde beachtet wurden.

Für einen aufmerksamen Beobachter bot ein Ausflug auf den Feldberg in der ersten Hälfte des Januar eine Fülle des Interessanten, was allein nur Schnee- und Eisbildungen anbelangt.

Da war zuerst mit glatter und vielfach in Rissen zerborstener Eisdecke der Titisee im nicht in winterlichem Schmucke prangenden alten Gletscherthale.

Beim Aufstieg zum Dorfe Bärenthal waren es die herrlichen Eisgebilde der Atmosphäre, die wie in einem krystallenen Palaste Boden, Wände und Vorsprünge überzogen und seltene Grösse erreichten.

Weiter hinauf mehrten sich die Eiskaskaden an den steilen Böschungen des Weges, und es hatten ganz unscheinbare Wasseradern grosse Eismassen am Gehänge zur Entstehung gebracht. Sie zeigten die vielfältigsten Bildungen und bestanden meist aus einem von Luftbläschen durchsetzten und daher weisslich aussehenden Eise; nur wenige waren wasserklar.

Noch weiter oben fehlte Schnee am Wege und an seinen Gehängen stellenweise ganz, weil der Weg aus den tiefen Schluchten auf freieren Abhang herausgetreten ist, und hier fanden wir die Eiszapfen an den senkrechten Wänden der gegen den Berg gelegenen Strassenseite mit zierlichen Netzen überzogen, so dass diese selten schöne Erscheinung von Rissen und Gitterwerk die Aufmerksamkeit fesselte.

Ganz oben auf den weissen, waldlosen Kuppenflächen war es der körnige, härtere, firnartige Schnee, der wieder andere Bildungsweise aufwies, und zum Schlusse bei der Rückkehr zur Station Titisee schloss das Tosen, Donnern und Aechzen des Eises auf dem See einen Tag, der für jeden Naturfreund eine Fülle von Anregungen und Interessantem allein schon durch alle seine Schnee- und Eisbildungen bot.

Es ist hier nicht der Ort, all das Schöne gleichmässig zu schildern, obwohl die Erinnerung daran dazu einladet.

Es ist eine sehr grosse Litteratur über Beobachtungen an Schnee und Eis vorhanden, und eine Menge von Beschreibungen machen uns mit der Natur und den Eigenschaften des Eises bekannt, das ja in den grossen Massen der Gletscher und des Inlandeises Grönlands auch heute noch eine bedeutende Kraft für die morphologischen Formen der Erdoberfläche darstellt, die aber von der Vorzeit in Ausdehnung und Wirkung weit übertroffen wird.

Es ist der Zweck dieses Aufsatzes, nur an schon Bekanntes anknüpfend die aussergewöhnliche Schönheit der beobachteten Erscheinungen zu schildern und das bisherige Bild durch das vollständigere Material zu ergänzen. Es

werden daher zunächst und einleitungsweise die schönen Eiskrystalle erwähnt, dann die Eiszapfen ausführlicher behandelt, und der Schluss bringt einige Bemerkungen, die ich im Laufe der Untersuchung der Eiszapfen an Eis, das in Glasgefässen gefroren war, zu machen Gelegenheit hatte.

I. Atmosphärische Eiskrystalle.

Die Schneekrystalle, die wir besser nach Hellmanns[1] Vorschlag „atmosphärische Eiskrystalle“ nennen, bilden sich unmittelbar aus der Feuchtigkeit der Luft bei der Abkühlung derselben und wachsen, während sie in der Atmosphäre herabsinken; andere Kryställchen setzen sich an und so entsteht schliesslich die Schneeflocke, die aus solchen Einzelelementen aufgebaut ist.

Diese Ausscheidung von Eiskrystallen ohne Uebergang aus einem flüssigen Zustande in Eis, sondern durch Abscheidung nach Art der Sublimation direkt aus gasförmigem Zustande, kommt nun nicht allein in den höheren Luftschichten, wo sich die ersten „Schneekrystalle“ bilden, sondern kann auch an der Erdoberfläche unter gewissen Bedingungen ebenso vor sich gehen.

Ein Beispiel dafür, welches zu gleicher Zeit auch Beweispunkte für die Entstehung der Eiskrystalle direkt aus atmosphärischer Luft klar erkennen lässt, bot sich in ausgezeichneter Schönheit am 19. Januar am Wege im hinteren Seewalde, soweit er in engem, bewaldetem Thale ansteigt. Auf dem mit Waldmoosen bewachsenen Boden lag an freien Stellen noch alter, vor längerer Zeit gefallener Schnee, und an seiner Oberfläche waren bis 3 cm im Durchmesser grosse Gruppen von Eiskrystallen zu zierlichen Gebilden angeordnet und angesiedelt. Grosse, sechsseitige, klare Krystallblättchen, die selbst wieder aus kleineren Krystalltäfelchen aufgebaut waren, setzten sich zu rosettenartigen Gebilden zusammen; eine Anzahl der Blättchen bildeten eine Art von Basis, und auf dieser standen durch die Mitte gehende Blätter unter verschiedenen Winkeln und in verschiedenen Richtungen angeordnet in der Art, dass gerundete Umrisse sie umgrenzten.

[1] Hellmann, G.: Schneekrystalle. Berlin 1893.

Besonders zahlreich und gross waren die Eiskrystallgruppen an den runden Kanten der Stumpfe der etwa 30 cm über dem Boden abgesägten Bäume.

Ein ganzer Kranz herrlichster Eisgebilde umzog auf allen Seiten die Schnittfläche, deren innere Theile nur wenige und kleinere Krystalle trugen, während die vertikalen Stumpftheile fast ganz frei davon waren.

Die ungewöhnliche Grösse dieser klaren, scharf umrissenen Blättchen, dürfte den Schluss rechtfertigen, dass sie nicht bei extrem kalten Temperaturen entstanden sind. Denn nach vielfachen Beobachtungen nimmt die Grösse der Schneekrystalle mit der bei ihrer Bildung herrschenden Temperatur ab, so dass nach Hellmann bei — 10° C. drei mal kleinere Krystalle als bei — 2° C. entstanden. Aus dem gleichen Grunde findet man in den höheren Luftschichten, wie in den polaren Regionen sehr feine Schneekörnchen, die mit Eisstaub verglichen werden können. Weiter spricht für jenen Schluss, dass die Krystalle weitaus in der Mehrzahl die Tafelform hatten, welche auch sonst am meisten (80 %) vorkommt und bei niederen Temperaturen noch mehr über die anderen, prismatischen oder pyramidalen Formen vorherrscht, und ferner dass hier nicht selten vierseitige, kleine, hohle, prismatische Säulen von quadratischen Formen vorkamen. Strahlige Sterne fehlten gänzlich, und auch pyramidenartige Gebilde konnten nicht beobachtet werden.

Auch K. M. Fritsch[1], der unter den Schneefiguren die sechseckigen Blättchen und Kombinationen derselben als häufigste Erscheinungen erwähnt, bestätigt, dass die Abnahme der Grösse der Schneefiguren mit sinkender Temperatur zusammenhängt.

Die neben den wenigen Prismen (1—1,5 mm Länge) ausschliesslich vorhandenen tafelförmigen Krystalle mit sechsseitigen, scharf entwickelten Umrissformen entsprachen am meisten den Plättchen, die Hellmann auf Tafel VI photographisch abgebildet hat; ähnliche Formen sind auch von

---

[1] K. M. Fritsch. Ueber Schneefiguren. Sitzungsber. der k. Akad. d. Wiss. math. nat. Cl. 1853 II. Band XI. pg. 492.

Scoresby aus den arktischen Regionen abgebildet und von Kämtz [1] reproduzirt.

Es kann nicht zweifelhaft sein, dass die optische Orientierung der kleinsten Blättchen, deren jedes einem Krystallindividuum entsprach, der allgemein in Schneeblättchen und Sternen beobachteten Lage entspricht, dass nämlich die Nebenaxen in der Ebene der Strahlen der Sterne oder der Blättchen liegen, während die Hauptaxe senkrecht darauf steht. Das gilt auch von den sechsseitigen Blättchen des Reifes, die sich ebenfalls zu Gruppen vereinigen, und bei denen auch die Axe senkrecht auf der Tafelfläche steht. Das eintretende Thauwetter hatte mir leider die schönen Eisgebilde weggeschmolzen, noch ehe ich sie einer optischen Untersuchung unterwerfen konnte.

Die Zahl der beobachteten, scheinbar quadratischen, vierseitigen, hohlen Prismen, die nur sehr klein blieben, war im Verhältnisse zu den sechsseitigen Blättchen sehr gering; sie bestanden nur aus den scheinbaren Prismenflächen; Endflächen fehlten.

Dass es sich nicht um quadratische Formen beim Eise handelt, und wie die scheinbar quadratischen, rechtwinkelig-vierseitigen Prismenformen durch Verzerrung hexagonaler Pyramiden entstehen können, hat G. A. Koch [2] an einer Figur gezeigt, an welcher das vordere und hintere Paar der hexagonalen Grundpyramide erster Stellung stark verlängert sind in der Richtung ihrer horizontalen Kanten. Die Pyramidenflächen werden so zu liegenden Prismen und die Endflächen scheinen Pyramiden zu sein; diese fehlen aber meist, und nur eine vierseitige Säule bleibt übrig.

Indessen sind auch regelmässig ausgebildete, sechsseitige Prismen an Eisnadeln nicht selten beobachtet worden.

Rohrer [3] beschreibt ebenfalls Prismen mit sechs Seiten als hohle Röhrchen unter seinen Schneefiguren und bildet

---

[1] Kämtz: Vorlesungen über Meteorologie. 1840. Tab. IV. Fig. 9 und 11.

[2] G. A. Koch: Ueber Eiskrystalle in lockerem Schutte. Neues Jahrb. f. Mineralogie, Geologie und Palaeontologie, 1877, pg. 459.

[3] Rohrer: Ueber Regentropfen und Schneeflocken. Sitzungber. der k. Akad. d. Wiss. Wien, XXXV, 1859, pg. 211.

auch solche, die an einer sechsseitigen Eistafel an den Kanten nach zwei Richtungen divergierend aufsitzen, ab.

Auch beim Reife, der sich an Holz gebildet hatte, beobachtete Leydolt[1] vielfach solche quadratischen, hohlen Prismen, die nur ausgezogene, hexagonale Pyramiden waren, und sich zu pyramidenartigen Gebilden kombinierten.

Die schöne isometrische Form der Eiskrystallgruppen kann nur bei ganz windstillem Wetter, das längere Zeit anhielt, entstanden sein, ebenso wie die regelmässige Gruppierung so vieler einzelner Blättchen.

Es ist von Waters[2] durch sorgsame Beobachtungen festgestellt, dass der Wind die entstehende Form der Schneekrystalle beeinflusst, indem nur bei ruhigem Wetter nach allen sechs Seiten gleichmässig ausgebildete Blättchen entstehen, während der Wind die nadelförmige Gestalt verursacht. Auch die ganz gleichmässige Vertheilung der Eiskrystallgruppen spricht für ganz ruhige Nächte während längerer Zeit; denn sie finden sich auf allen Seiten der Felsblöcke, wo überall nur nach oben freie Ausstrahlung möglich war; dagegen nicht an unteren Flächen, wo diese fehlte, und nicht nur an bestimmten Windseiten, wie das bei den Nadeln des Rauhfrostes der Fall ist, die immer an Zweigen, Seilen u. a. gegen den Wind gerichtet sind.

Am schönsten fanden sich die Krystallrosetten auf Moosen, Gras und Rasen, an Aesten und Zweigen der Tannen, die gegen die Lichtungen gerichtet waren; dem geschlossenen Walde fehlten sie aber ganz. Auf den grossen, gerundeten Granitblöcken der Moränen, die auf freier Grasfläche lagen, und die im Uebrigen kahl waren, hatten sie sich überall und in schönster Entwickelung angesetzt, wo auf Rissen des Gesteines Moose die Oberfläche bildeten, oder kleine Flächen von Steinflechten bedeckt waren, welche die glatte und von Eis-Krystallen freie Felsfläche unterbrachen.

---

[1] Leydolt, F. Beiträge zur Kenntniss der Krystallform und der Bildungsart des Eises. Sitzungsber. der k. Akad. d. Wiss. math. nat. Cl., Wien, Bd. VII, Heft III, pg. 477.

[2] Waters, A. W.: Certain lines observed in snow-crystals Mem. Literat. and philos. Society. Manchester. III. Ser. Vol. VI 1879. pg. 6.

Die Eiskrystalle bevorzugten auf den Blöcken in der freien Lichtung keine bestimmten Seiten der Gesteinsklippen; sie waren nach allen Seiten angesiedelt, nur den ganz vertikalen Flächen oder nach unten liegenden Theilen z. B. eines am Boden liegenden Baumstammes fehlten sie. An kantigen Gesteinsklippen waren die Kanten und vorspringenden Ecken bevorzugt von der Krystallbildung gegenüber den breiteren, glatten Flächen; häufig standen grosse, divergente Blätterbüschel frei von der Kante ab, die wie mit Spitzen eingefasst aussah. An solchen Stellen bildet nirgends Schnee die Unterlage, sondern die Krystalle sind unmittelbar an das Moos, die Kante oder auch den Tannenzweig angesetzt.

Der alte, am Boden liegende Schnee war körnig und grob porös und lag etwa 5 cm tief; seine freie Oberfläche, die nicht von Baumzweigen überdeckt war, zeigte sich ebenfalls mit solchen, allerdings kleineren Eiskryställchen bedeckt.

Nach der Lage der kleinen, freien, gegen Nordosten liegenden Flächen zwischen hohen Tannen konnten zu keiner Tageszeit im Winter die Sonnenstrahlen die Eiskrystalle erreichen und schmelzen; auch warme Luftströmungen von den am Tage erwärmten Höhen waren nicht störend hierher gedrungen in die Schlucht, in der die kalte, schwere Luft nur durch Winde rasch verdrängt werden kann. Wie die meteorologischen Tabellen aber zeigen, war während eines längeren Zeitraumes vor dem Beobachtungstage selbst an ungeschützten Plätzen nur sehr geringe Luftbewegung zu bemerken.

Wo Schmelzung an der Schneeoberfläche eingetreten ist, sei es, dass die Sonne an die Stelle hinscheinen konnte, sei es, dass warme Luftströmungen sie berührten, war immer an der Beschaffenheit der Schneeoberfläche diese Schmelzwirkung aufs Deutlichste erkennbar, selbst wenn wieder Alles zusammengefroren war. Sie war dann immer glasig, versintert, porös und oft körnig wie Firneis, das aus Firnschnee hervorgegangen ist.

Die Bildungszone dieser Eiskrystalle reichte an der bergwärts gelegenen Strassenböschung und deren Nachbarschaft so weit hinauf gegen das Dorf Bärenthal hin bis nahe zu der Stelle, an welcher der Weg aus dem Wald austritt,

und dieser selbst lichter wird, so dass die Möglichkeit gegeben ist, dass von den ausserhalb desselben liegenden Haide- und Ackerflächen erwärmte Luft in die Grenzgebiete des Waldes eindrang und die Krystalle zerstörte, ehe sie gross werden konnten. Ueberall wenigstens da, wo man am Schnee Spuren von oberflächlicher Schmelzung sah, fehlten die zierlichen Gebilde gänzlich.

Ueberall, wo somit nachweislich keine direkte oder indirekte Sonnenwirkung Schmelzung verursacht hat, sind diese Krystalle entwickelt, wenn noch eine Bedingung erfüllt ist, nämlich die, dass die Stelle frei liegt gegen den Himmel, nicht von Zweigen überschattet oder sonst in der Nacht am Ausstrahlungsvermögen verhindert ist. Diese Bedingungen bieten nur kleine Lichtungen, die Ränder am Walde und der Durchhau durch den Wald, der die Strasse führt. Darum sehen wir an den genannten Stellen und in deren näherer Umgebung die Krystallbildungen, die dem geschlosseneren Walde fehlen.

Wie empfindlich diese kleinen, zierlichen Krystallgebäude gegen Wärmeeinflüsse und gar Schmelzung sind, mag die Beobachtung zeigen, dass oberhalb vom Dorf Bärenthal, wo der Weg wieder in den Hochwald des Hochkopfes eintritt, diese Eisbildungen nur in der Tiefe der sogenannten Wanne, die sich nach Norden öffnet, an lichten Stellen am Wege zu finden waren, aber nicht in der Grösse und Schönheit der Entwickelung, wie 200 m weiter unten im hinteren Seewalde.

Wo der Holzweg zum Feldsee von der Strasse nach dem Feldberg im östlichen Theile der Wanne sich abzweigt, ist durch Holzfällen eine Lichtung im Walde vor nicht langer Zeit entstanden; hier lag der alte Schnee in etwa 5 cm dicker Schicht am Boden und auf gefällten Stämmen, ohne an der Oberfläche Schmelzspuren zu zeigen. Dafür aber waren an geeigneten Stellen, wie Vorsprüngen, Kanten und besonders Baumstämmen, die feinen Eiskrystalle isoliert und in Gruppen allgemein verbreitet, und hier bot sich die Gelegenheit, über die Entstehung dieser Eiskrystalle unzweifelhafte Sicherheit zu erlangen.

Es lag am Wege ein mächtiger Baumstamm, auf dem noch die 5 cm dicke, alte Schneeschicht lag, welche ziemlich grosse Krystallgruppen trug. Am einen Ende aber war offenbar durch vorübergehende Holzfäller auf ein kurzes Stück hin die alte Schneedecke entfernt worden, wahrscheinlich um ein schneefreies Plätzchen zum Ausruhen zu gewinnen. An dieser Stelle nun waren auch dieselben zierlichen Eiskrystalle an isolierten Punkten sehr zahlreich angeflogen, und sie sassen ohne ein Zwischenmittel auf dem abgeholzten Stamme, dessen Holz zwischen ihnen überall sichtbar war. Die Krystallgruppen waren aber durchweg kleiner (im Durchmesser), als die auf der alten Schneedecke aufsitzenden; auch waren sie noch nicht so dicht gruppiert.

Daraus geht hervor, dass kein Schneefall die Eiskrystalle gebracht haben kann, denn dann müsste die freigemachte Stelle wieder ganz überdeckt worden sein, während sie, von den Krystallen abgesehen, ganz kahl ist. Es zeigt sich aber ferner noch, dass die Krystalle auf der schneefreien Stelle kleiner sind als die anderen, dass sie seit der Zeit ihrer ersten Entstehung noch nicht so weit wachsen und so gross und dicht gruppiert werden konnten wie die anderen, die schon längere Zeit ungestört weiterwachsen, sich ausdehnen und immer dichter bilden konnten. Es ist dadurch das allmähliche Wachstum der Krystalle bewiesen, die nicht einem einmaligen Krystallisationsprozess ihre Existenz verdanken, sondern in langsamer Stoffzufuhr und paralleler Angliederung neuer Moleküle ihre Vergrösserung, schöne Ausbildung und regelmässige Gesetzmässigkeit erlangten.

Es entspricht das nur einem, dem Mineralogen wohlbekannten Gesetze, dass Krystalle, die aus ganz ruhig stehenden Lösungen langsam auskrystallisieren, grössere und schöner ausgebildete Formen erlangen, als wenn derselbe Prozess durch rasche Abkühlung beschleunigt oder durch mechanische Bewegung gestört wird.

Nur sind unsere Eiskrystalle nicht aus einer Lösung und nicht aus flüssigem Zustande durch Erstarren entstanden; sie müssen direkt aus der Luft angeflogen sein; sie entsprechen den Eisnädelchen, welche aus der Luft unmittelbar ausgeschieden sich zu den Schneeflocken gruppieren

und sich durch fortwährenden Zuwachs allmählig vergrössern, ohne aber eine gesetzmässige Anordnung der einzelnen Sterne und Nadeln erreichen zu können, welche unsere Eiskrystalle so schön zeigen.

Eine Beobachtung über das Wachsthum der Eiskrystalle gibt Rathke[1] an, indem er an die bekannte Erscheinung anknüpft, dass flüchtige Körper aus dem fein krystallinischen Zustand allmählig von selbst in grosskrystallinischen übergehen, dadurch, dass die kleinen Krystalle verdampfen und die grossen dafür wachsen. In sehr grossartiger Weise ist dieses einmal von ihm am Schnee beobachtet worden. In Davos verwandelte sich der die Aeste der Tannen in dicker Schicht bedeckende Schnee in einem Seitenthal, wo er vor der Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt war, im Laufe mehrerer Wochen (während welcher kein neuer Schneefall stattfand) in seiner ganzen Masse in ein Haufwerk sechsseitiger Tafeln von ganz ungewöhnlicher Grösse, nämlich mit einem Durchmesser von 3—4 cm.

Die Ausscheidung der Eiskrystalle aus der Luft wird nun hier hauptsächlich durch die Wirkung der Ausstrahlung an hervorstehenden Theilen von Körpern, die hohes Ausstrahlungsvermögen besitzen (z. B. Gras, Holz, Flechten), verursacht, indem diese Theile ihre Wärme in den klaren Nächten ausstrahlen; der Ersatz der Wärme aber von unten her, wo in Folge mangelnder Ausstrahlung noch mehr Wärmevorrath ist, kann kaum stattfinden, weil alle diese Theile sehr schlechte Wärmeleiter sind und somit der Wärmeverlust der exponierteren Theile nicht ausgeglichen wird. Es muss daher bei genügender Abkühlung die Ausscheidung des in der umgebenden Luft enthaltenen Wasserdampfs als Thau oder bei Temperaturen unter dem Nullpunkte als Eiskrystalle direkt erfolgen.

Dass die Menge der in Eisform abgeschiedenen Flüssigkeitsmenge von dem Ausstrahlungsvermögen der Körper abhängt, zeigt deutlich die Vertheilung und wechselnde Menge und Grösse der Eiskrystalle; so z. B. waren die glatten

---

[1] Sitzungsber. der Ges. zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. Nr. 1. Jan. 1901.

Felsoberflächen ganz frei davon, ebenso die Metallbeschläge an Barrieren oder der Draht der Telegraphenstangen, während überall auf Moos, Gras und Holz, sowie auf rauhen Schneeflächen selbst die herrlichsten Eisgruppen sich häuften.

Es ist nachgewiesen worden, dass nicht nur die Ausstrahlung der Gräser z. B. die umgebende Luft, so viel der Strahlungskraft entspricht, abkühlt, sondern dass noch weitere Temperaturerniedrigung eintritt sowohl im Grase wie in der umgebenden Luft, welche natürlich die Eisbildung beschleunigt.

Solche Vorgänge haben in unserem Falle wochenlang gewirkt und ihre Gebilde zu seltener Grösse gezeitigt; aber auch hier sind der Eisbildung Grenzen gesteckt.

Denn oberhalb der Höhenkurve von 1150 m, bei welcher der Weg aus dem kalten Kessel der Wanne herausgeht und um einen Bergvorsprung in westlicher und später südwestlicher Richtung weiterführt, lag zwar noch Schnee, der sich weiter oben immer mehr häufte und auf der Jägermatte (1230) 10 cm Dicke besass; aber alle Eiskrystalle fehlten. Oberhalb der angegebenen Höhe geht der Weg zwar auch noch an einem nach Nordosten gerichteten Berggehänge hin, das kein Sonnenstrahl erreicht; aber hier sind überall schon die Schmelzwirkungen der auf den Hochflächen mittags erwärmten Luftströme an der Oberfläche der Schneefelder nachweisbar und die Eiskrystalle sind verschwunden; sie haben ein ephemeres Dasein dort, und was die klare Sternennacht geschaffen, lässt der warme Hauch der Sonne wieder vergehen.

Es scheint des Vergleiches wegen von Interesse, durch eine kleine Umschau, die keinen Ausspruch auf Vollständigkeit machen soll, auf ähnliche schon beschriebene Bildungen unseren Gesichtskreis zn erweitern; denn wir werden sehen, dass die Mannigfaltigkeit solcher Eisbildungen von atmosphärischer Entstehung fast ebenso mannigfaltig ist, als die unendlich vielgestaltigen Schneekrystalle. Die Formen von sechsseitigen Blättchen, die in den verschiedensten Formen zu Gruppen kombiniert auftreten, sind wohl am häufigsten beobachtet worden, es gesellen sich aber auch

pyramidale Wachsthumsformen und rhomboedrische Krystalle gelegentlich hinzu.

Diese direkt aus der Luft durch eine Art von Sublimation gebildeten Eiskrystalle sind bisher nur wenig an der Erdoberfläche selbst und als eine Folge der Ausstrahlung des Bodens gegen den Himmelsraum beobachtet worden; die oben erwähnte Bemerkung von Rathke gehört hierher, ebenso die Beobachtung von Drygalski, wonach auf den Eisdecken der Fjorde in Grönland ganz ähnliche Krystallbildungen vorkommen, wie sie von der Oberfläche der alten Schneedecke am hinteren Seewalde am Feldbergmassiv oben beschrieben wurden.

Meist hat man solche atmosphärisch gebildete Eiskrystalle in Tropfsteinhöhlen, Eishöhlen und Stollen von Bergwerken, die in kalten Regionen lagen, beobachtet, bei welchen die Strahlung keine wesentliche Rolle spielen kann, sondern nur die starke Abkühlung der Wände und Decken aus der feuchten Luft den Wassergehalt zur Ausscheidung bringt, der bei genügend kalter Temperatur in Form von Eiskrystallen sich absetzt; wieder andere Vorkommen sind die seltener beobachteten Eiskrystalle in Höhlen des Gletscher- oder Inlandeises selbst, wie die angeführten Beispiele zeigen.

Lohmann [1] hat eine grosse Anzahl von Eishöhlen des Erzgebirges untersucht, die zumeist aus den verlassenen Gängen und Schachten alter Bergbaue bestanden, in deren Einsenkungen und tiefen Höhlungen das ganze Jahr perennierende Eismassen sich gebildet hatten.

Er fand die Eiskrystalle besonders an engen Stellen und Schloten, wo sie sich in schönster Ausbildung in Folge der dort auftretenden Luftströmungen angesiedelt hatten.

Die Krystalle waren angeordnet wie die Blätter eines halbgeöffneten Buches; die Blätter selbst bestanden aus einzelnen Krystallrippen, die selbst wieder aus treppenförmig übereinander geschichteten, sechsseitigen, feinen Eisblättchen

[1] H. Lohmann: Das Höhleneis unter besonderer Berücksichtigung einiger Höhlen des Erzgebirges (Programm der Annenschule zu Dresden-Altstadt 1895).

aufgebaut waren; diese letzteren Täfelchen zeigten meist nur auf drei Seiten, die frei lagen, krystallographische Umrisse mit den Winkeln von 120°; die Seitenlängen der sich über einander lagernden, wasserklaren Sechsecke konnten die Länge eines Centimeters erreichen.

Die Höhlenluft ist meist kälter als die Wände der Höhle, aber wenn sie durch die von oben kommenden Schmelzwasser erwärmt wird, kann sich erst ihre Feuchtigkeit an den nun kälteren Wänden absetzen.

Auch Schlagintweit[1] beschreibt ganz ähnliche Vorkommen von schönen Eiskrystallen an den Wänden von Stollen, die hoch oben (ca. 3078 m) am Monte Rosa bei der Vincentius-Hütte von Goldgräbern angelegt waren. Die Oeffnung des niederen Stollens lag nach Ostnordosten gerichtet, so dass selbst im Hochsommer keine Sonnenstrahlen eine bedeutendere Erwärmung am Stolleneingang hervorbringen konnten und die Temperatur war im Innern —0,4 bis —0,8° C. Das von Schmelzwassern und durch Eindringen atmosphärischen Wassers gebildete Eis an der Decke, Bodenfläche und am unteren Theile der Seitenwände zeigte keine Eiskrystalle, sondern war kompakt, durchsichtig und klar. Erst etwa 10 m innerhalb des Einganges begannen an den inneren Wänden und der Decke zusammenhängende Eislagen, die durch die Kondensation der atmosphärischen Feuchtigkeit entstanden und mit Tausenden deutlich ausgebildeter Eiskrystalle bedeckt waren. Grubenwasser fehlte und Verf. sagt: „Nur gas- und nebelförmige atmosphärische Feuchtigkeit konnte sie erzeugen, nicht direktes Eindringen von Wasser oder Schnee“. Die vorherrschenden Formen waren sechsseitige Tafeln, die sich zu strahlenförmig gestalteten Gruppen an einander reihten; auch Pyramiden und Prismenflächen, sowie deutliche Rhomboeder traten ebenfalls auf und häufig waren benachbarte Krystalle so orientiert neben einander, dass gleichnamige Flächen gleichzeitig spiegelten.

Wohl die schönsten und grössten Bildungen dieser Art

[1] Schlagintweit: Neue Untersuchungen über die physikalische Geographie und Geologie der Alpen. Leipzig 1854.

fand Hering[1] in der Tauernkette zwischen den Gipfeln des Hochnarr und Herzog Ernst, wo in der bedeutenden Höhe von 2449 m in alten Gruben Goldbergbau betrieben wurde.

Die Mündung der Stollen war oft durch Eis verschlossen, aber im erweiterten Raume innen waren die Wände mit herrlichen Einzelkrystallen und Krystallfächern von Eis überzogen. Kleine Fächer in enger Anordnung bekleideten die Umwandungen und an den senkrechten Wandstellen traten grosse, ausgespannte Fächer in horizontaler Richtung hervor; bei einer Breite von 20 cm konnte ihr Durchmesser 30 cm gross werden; der Stiel war 25 mm dick und bestand aus aneinander gewachsenen hexagonalen Prismen, war aber innen hohl.

Die grosse Tafel der Fächerfläche selbst hatte hexagonale Umrisse, nach deren Ecken von der Mitte starke Rippen liefen, die Zwischenräume aber waren ausgefüllt durch hohle Prismen, die dicht und regelmässig an einander gewachsen waren und freies Wasser enthielten.

Andere Krystallgebilde, die prismatische Säulen als Einzelkrystalle oder aus Prismen gebildete Trichter mit treppenartigen Wänden darstellten, wuchsen von den Rippen oder Fächerflächen empor. Die 6—10 mm grossen Einzelkrystalle zeigten hier bei tafelförmiger Ausbildung nach der Basis Prismen und Rhomboederflächen. Die Entstehung wird hauptsächlich auf das Ausfrieren der Feuchtigkeit der Grubenluft zurückgeführt; es ist aber auch hier möglich, dass von der Wandfläche aus Zufuhr von Krystallisationswasser auf die Fächerfläche durch eine Art von Ansaugung erfolgte und dass beide Entstehungsarten sich kombinieren mögen.

Unzweifelhaft aber ist die Efflorescenz der Eiskrystalle aus der feuchten Atmosphäre wieder in den folgenden beiden Fällen, deren einer im Altai, der andere in einer Tropfsteinhöhle Ungarns beobachtet wurde.

In einer der Gruben von Siranowsk im Altai in der

---

[1] Hering: Eine Eiskrystallgrotte. Zeitschr. für Krystallographie und Mineralogie. Bd. XIV. 1888 pg. 250.

Nähe des Irtisch fand Cotta[1] ziemlich tief die Wände zum Theil mit den prachtvollsten Eiskrystallen besetzt, so dass man sich in einer der schönsten Krystalldrusen zu bewegen schien. Verdunstung durch sehr frischen Wetterwechsel ist offenbar die Ursache dieser interessanten Erscheinung, die immerhin nicht so leicht erklärbar ist, da sie in verhältnissmässig grosser Tiefe beobachtet wird.

Möglicherweise hat die grosse Trockenheit der dortigen Sommerluft darauf einen Einfluss, indem sie eben eine sehr schnelle Verdunstung der Sickerwässer veranlasst.

In einer Tropfsteinhöhle bei Scherisciora im Aranyos-Thal in Südost-Ungarn, deren Vorraum glattes, aus ehemaligen Schneemassen gebildetes Eis enthielt, waren nach Peters[2] die Wände in grössere Tiefe führender Gänge mit zarten Eiskrystallbildungen ausgekleidet, die auch auf den Tropfsteinstalaktiten aufsassen. Die Formen hatten den Typus mancher Schneekrystalle und waren bei 1 mm Dicke 5—10 cm gross. Leider konnten die Krystallformen nicht näher bestimmt werden, als dass Randflächen mit geneigten Trepppenflächen oscillieren und ein- und ausspringende Winkel von etwa 175° bilden. Andere Krystalle waren Rhomboeder wie R und $^1/_2$R von Calcit mit der Basis und erreichten die Grösse von 5 – 6 mm.

Waren die bisher erwähnten Fälle alle solche, in welchen sich die Eiskrystalle auf dem fremdem Materiale der Höhlen- und Stollenwände gebildet hatten, so fehlt es doch nicht an Beobachtungen, dass sie auch im Eise selbst durch Sublimation aus der Luft entstehen können.

Die von Forel[3] beobachteten Eiskrystalle in der natürlichen Grotte des Arolla-Gletschers in den Walliser Alpen,

---

[1] B. v. Cotta: Der Altai. Sein geologischer Bau und seine Erzlagerstätten. Leipzig, 1871.

[2] Peters: Geologische und mineralogische Studien aus dem südöstlichen Ungarn. Sitzungsbericht d. k. Akad. d. Wiss. math. nat. Cl. Wien. Bd. XLIII. Heft I. V. 1861. pg. 436.

[3] Forel: Etudes glaciaires. II. La grotte naturelle du Glacier d'Arolla. Archives d. Scienc. phys. et natur. Genève. III. Serie tome XVII. 1887, pg. 469.

welche „richtige Sublimationskrystalle waren, die sich unter besonderen Umständen der Ruhe der Luft gebildet hatten“, erreichten die Grösse von 2—3 cm, hatten die Form von flachen, hexagonalen, treppenförmig aufgebauten Pyramiden, die einem bis dahin unbekannten Typus angehörten. Der Aufbau bestand aus Plättchen nach der Basis mit kleinen Prismenflächen; die Pyramiden waren mit der Spitze angeheftet, um welche offenbar die anderen Plättchen sich in geometrischer Anordnung herumlagerten und die breitbasigen aber wenig tiefen Pyramiden bildeten. Von besonderem Interesse ist aber, dass die atmosphärischen Eiskrystalle, die auf Körnern von Gletschereis aufsassen, nach der krystallographischen Orientierung dieser Körner angeordnet waren.

Die feuchte Luft der Höhle hatte den Wasserdampf enthalten, den die kalten Wände zum auskrystallisieren brachten, denn diese hatten eine Temperatur von unter 0° C.

Auch v. Drygalski[1] fand in Hohlräumen auf dem Inlandeise Grönlands, sowie in Spalten von Gletschern Eiskrystalle mit scharfer Umgrenzung und einer bestimmten Aneinandergliederung, die den Ausblühungen an Gräsern und Zweigen bei uns ähnlich sieht. Auf den Eisdecken der Fjorde waren in schönster Ausbildung theils ästige und baumartige Gebilde, die sich aus kleinen sechseckigen Plättchen zusammensetzten, theils regelmässige, sechseckige, hohle „Pyramiden, deren Seiten aus schuppenförmig übereinander greifenden, kleinen, hexagonalen Plättchen bestehen“; meist fehlt jedoch an den Pyramiden eine oder mehrere Seiten oder auch die Spitze. Auch diese Bildungen werden als „Krystallisationen der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit“ aufgefasst; sie sind auf freien Oberflächen selten und bevorzugen die unebenen Stellen.

Hagenbach-Bischoff[2] beobachtete in einer Eishöhle eines Alpengletschers an den Wänden treppenförmige Eiskrystalle, die einen Ueberzug bildeten und offenbar nur durch Sublima-

[1] v. Drygalski: Grönland-Expedition. Band I., 1897.

[2] Hagenbach-Bischoff und F. A. Forel in Verhandl. d. naturf. Ges. in Basel Vol. XIII. pg. 635.

tion des am Boden liegenden Schnees an der kälteren Wand entstanden sein konnten.

Nach diesen Beobachtungen erscheint es als wahrscheinlich, dass die pyramidenförmigen Aufbaue der einzelnen, tafeligen, sechsseitigen Krystallindividuen besonders auf Eis selbst entstehen, während andere Bildungen auf unhomogenem Materiale unregelmässiger sind und mehr die Prismen- und Rhomboederformen zeigen, die aus Eisräumen der Gletscher noch nicht erwähnt wurden.

Dieser kurze Ueberblick über die Vorkommen von atmosphärischen Eiskrystallen zeigt, dass die am hinteren Seewalde beobachteten Eiskrystallgruppen von dem Gesichtspunkte aus eine besondere Stellung einnehmen, dass die starke Abkühlung der Erdoberfläche, welche die Abscheidung der atmosphärischen Feuchtigkeit der benachbarten Luftschichten in Eisform zur Folge hat, auf die nächtliche Ausstrahlung zurückzuführen ist. Die lange Reihe der vollständig wolkenlosen, ruhigen Nächte, die bei kalter und trockener Witterungslage bis in die zweite Hälfte des Januar aufeinander folgten, mussten starke Abkühlungen der schlechten Wärmeleiter an frei gelegenen Stellen zur Folge haben; da während der Tageszeit keine störenden, schmelzenden Einflüsse während der ganzen Periode die ausgeschiedenen Eiskrystalle berührten, waren die Bedingungen gegeben, dass diese durch kontinuirlich in den meisten Nächten fortgesetztes Wachstum sich zu ihrer ungewöhnlichen Grösse und Schönheit entwickeln konnten.

Von flüssigem Zustande sind keine Spuren zu entdecken, und auch die Vertheilung der grössten und schönsten Krystallgruppen spricht gegen Entstehung aus Wasser, das durch Schneeverflüssigung entstanden sein könnte.

Schon die Reihe der Maximalzahlen der Lufttemperatur, die sich an dem viel mehr der täglichen Erwärmung ausgesetzten Beobachtungsorte im ersten Theile des Januar zumeist unter 0° hielt und sich bis zum 20. Januar nur wenig darüber erhob, während zum Theil sehr beträchtliche Minima der Lufttemperatur in den klaren Nächten eintraten, verbietet es, an vorübergehende Schmelzungen des Schnees zu denken, die im übrigen auch die leicht kennt-

lichen Spuren selbst sehr oberflächlicher Schmelzung gänzlich vermissen lassen.

Die nachweisliche Zusammenwirkung aller der genannten Umstände, welche zu dieser Eisbildung führten, lassen die Ursachen derselben so klar hervortreten, wie selten zu beobachten Gelegenheit ist, und daher kam die Veranlassung diese atmosphärischen Eiskrystalle ausführlicher hier zu behandeln.

II. Die Eiszapfen.

Ueber das Auftreten, die Verbreitung und die Unterschiede der einzelnen Eiszapfenbildungen ist folgendes zu bemerken.

Am 13. und im Wesentlichen in derselben Art auch noch am 19. Januar waren zwei Arten von Eiszapfen am Wege oberhalb von Bärenthal bis hinauf gegen die Jägermatte zu finden; die eine Art war ein weisses, milchiges Eis, das undurchsichtig war und viele kleine Luftbläschen enthielt; es fand sich immer da, wo reichliches Wasser der kleinen Wasserrisse oder austretender stärkerer Gehängewasser kaskadenartige Eisbildung veranlasst hatte; an anderen Stellen waren die mehr isolierten und nie so mächtigen Eiszapfen wasserklar und durchsichtig, wobei nicht gerade häufig und nur unter bestimmten Verhältnissen eine zellige Felder- und Wabenstruktur die Oberfläche zierte und sich häufig auch in das auf dem Gestein lagernde Deckeneis, von dem die Zapfen herabhingen, hinaufzog. Manche Stellen blieben indessen klar und ohne die Feldertheilung.

Schon unterhalb des Einganges in die Schlucht des Bärenthales waren an Felsen des nördlichen Thalgehänges mächtige Eismassen in Säulenform, wie sie sich an Wasserfällen zu bilden pflegen; das Eis war weiss und voll von Luftblasen; irgendwelche Strukturmerkmale aber fehlten; die Oberfläche war glasartig glatt und ganz gleichmässig; es ist möglich, dass zur Mittagszeit die Sonnenstrahlen diese Eiskaskaden erreichen.

Weiterhinauf im hinteren Seewalde und wieder im Walde oberhalb des Dorfes Bärenthal war ähnliches Eis überall da, wo kleinere Rinnsale den Weg kreuzten, die auch schon morgens Wasser führten.

Schon bald nach dem Eintritt in den Wald oberhalb von Bärenthal in etwa 1000 m Höhe war das Eis des Strassengrabens mit einer Eisdecke überzogen, die lange, leistenförmige Krystalle in regellosem Durcheinander zeigte; es waren die gewohnten Formen des Bacheises, wie auch an den Stellen, wo Gehängewasser austraten, das luftblasenreiche Eis keine Körnerstruktur zeigte. Die ersten an steilen Felsen auftretenden Eiszapfen, die offenbar von geringen Mengen von Schmelzwasser des 5 cm dicken Schnees über dem Steingehänge herrührten, waren ganz klar durchsichtig und ohne alle äusserlich wahrnehmbare Struktur; das einzige was die absolute Homogenität unterbrach, war eine dünne Zone von feinen aber zahlreichen Luftblasen, die in der Axe des über 15 cm langen Zapfens genau in der Mitte vertical verlief.

Einige Hundert Meter weiter oben zeigten sich dünne Eisüberzüge auf den oberen Felstheilen des Steilgehänges, die sich direkt an die darüber liegende Schneedecke anschlossen und so ihren Ursprung dokumentierten; sie waren alle von zahlreichen unregelmässigen Rissen durchzogen, die eine zierliche Gitterung an der Oberfläche hervorriefen. Man kann wahrnehmen, dass bei einer dickeren Eisschicht die einzelnen Felder grösser, bei dünneren Lagen aber auch kleiner sind bei sonst gleichbleibendem unregelmässigem Charakter. Da das Gehänge hier nach Nordosten gerichtet ist, können Sonnenstrahlen diese Ueberzugsflächen nicht erreichen; wo Eiszapfen von dem Deckeise ausgehen, zeigen sie zuweilen im oberen Theile zunächst der Verbindungszone noch die Felderstruktur, werden aber gegen ihre Spitze hin ganz homogen und klar durchsichtig.

Die Tafel I zeigt solche wasserklaren Zapfentheile, die an weiter oben gelegenen Stellen deutliche Felderzeichnung besitzen.

Man kann diese Ueberzüge, die oft auch an den vertikalen Felsflächen herabreichen leicht vom Felse trennen, da sie nicht fest mit der Oberfläche verwachsen sind. Zuweilen auch trennt sie ein schmaler Zwischenraum von der vertikalen oder überhängenden Felswand, dass sie wie ein Vorhang vor derselben aussehen; jedenfalls waren sie ursprünglich wie auch die Eiszapfen selbst aus Schmelzwassern

der Schneedecke, die an den Felswänden herabrieselten und tropften, gebildet worden und die Eisdecken lagen fest an der Felsfläche an; die Erwärmung der Felswand durch warme Luftströmungen, die an diesen Stellen schon von den hochgelegenen Erwärmungsgebieten her sich fühlbar machen, leitet sich seitlich unter die Eisdecke und schmilzt den Contact; es erhält dadurch dann auch die wärmere Luft Zutritt, und so schreitet der Ablösungsprozess fort bis zur vollständigen Isolierung der ehemals aufliegenden, dünnen Eisdecke. Ueberall aber zeigen solche Vorhänge, die man auch mit sehr breiten aber ganz dünnen Zapfen vergleichen kann, eine ausgezeichnete gröbere oder feinere Felderstruktur, die sich gleichmässig über die ganze Fläche erstreckt. Der Zwischenraum zur Felswand kann 1—2 cm betragen.

An der Stelle, an welcher diese Erscheinungen am schönsten entwickelt waren, lag das Gehänge aus steilen, vielfach zerklüfteten Granitfelsen gegen Nordnordost und auch hierhin konnten Sonnenstrahlen nicht kommen. Die Schneedecke auf dem 2—3 m hohen vertikalen Steilgehänge, wo der Böschungswinkel sanfter wird, hatte hier oben 10 cm Mächtigkeit, aber keine Spur mehr von atmosphärischen Eiskrystallen.

Auch wo Schmelzwasser über Grasdecken einen dünnen Eisüberzug gebildet hat, zeigt dieser die Feldertheilung.

Wo der Weg im südwestlichen Theile der Wanne am tiefsten in das steile Berggehänge in dem dunkelwaldigen Thälchen, das den westlichen Zweig des sogenannten Wannenbächle bildet, eindringt, war am 19. Januar in 1150 m Meereshöhe die Lufttemperatur Mittags $2^h30'$ auf + 5,5° C. gestiegen und der relative Feuchtigkeitsgehalt betrug 57 %. Die Sonne konnte in diese tiefen und stark beschatteten Stellen nicht ihre Strahlen senden, und alle Abschmelzungen sind durch die Erwärmung der Luft veranlasst. Auf der Schneedecke fehlen die efflorescierten Eiskrystalle und auf dem Eise des Strassengrabens sind die langen leistenförmigen Krystalle des in der Nacht neugebildeten Eises unter der Schmelzwasserschicht, die darüber steht, zu erkennen.

Das Eis der kleinen Kaskaden der Wasserrisse und Gehängewasser ist wie immer weisslich-trübe, an der Oberfläche

wellig und zeigt keine Körner- oder Felderstruktur, wohl aber kleine Rinnen, die von darüber geflossenem Schmelzwasser des Schnees herrühren. Wo an den Felsen Eiszapfen noch spärlich herabhängen, beginnen sie Feldertheilung und Netzwerk an der Oberfläche zu zeigen; manche aber sind auch noch ganz wasserklar und ohne äusserlich sichtbare Struktur.

Erst oberhalb dieser tief in der Wanne gelegenen Stellen, da wo der Weg um den nach Norden vorgeschobenen Abfall des Hochkopfes in westliche, und nach etwa 300 m in südwestliche Richtung umbiegt, waren die Felderstrukturen in selten schöner Weise an den Eiszapfen ausgeprägt. Die Höhenlage ist gegen 1200 m hoch und schon sehr durch die warmen Strömungen der Mittagserwärmung der Luft beeinflusst; am 19. Januar wurde die Lufttemperatur hier um $2^h 45'$ Uhr zu $+ 6°$ C. gemessen und ihr relativer Feuchtigkeitsgehalt war mit 44 % nicht hoch.

An die etwa 2 m hohen Steilgehänge konnte die Sonne nicht scheinen, aber sie hatte den Weg schon vielfach von Schnee befreit.

Infolge dieser hohen Temperatur der Luft war auch die Oberfläche des Eises sowohl an Zapfen wie Ueberzügen feucht, und die Rinnen an der Oberfläche, die an den Feldergrenzen entstanden waren, voll von Wasser, das unten von den Stalaktiten abtropfte; die Schmelzung war stark, und an einem kleinen Eiszapfen betrug die Zahl der von ihm abfallenden grossen Tropfen in der Minute 50 Stück.

Das Eis selbst war hier lediglich aus Schmelzwasser der über der Steilwand gelegenen, ca. 10 cm mächtigen Schneedecke gebildet worden; an den Wänden selbst hingen zahlreiche Zapfen, die bis zu Armsdicke und Meterlänge anwuchsen; Eisvorhänge und dünnere Eisdecken hatten die oberen Theile unter dem sanfteren Gehänge überkleidet, das die Schneedecke trug, an deren vorderen Rande ebenfalls Eis gebildet war, das in das hängende Eis ohne scharfen Kontrast überging.

Das oben aufliegende Eis zeigte immer die schönste Felderstruktur, die sich auch auf die Ueberzüge der senkrechten Felsflächen und auf die oberen Theile der Zapfen

erstreckte. Sie war im Allgemeinen aus fast gleich grossen. unregelmässig begrenzten Feldern gebildet, nur an gewissen Stellen, die wir noch kennen lernen werden, war Neigung zur Bildung flacher und dafür langgestreckter, parallelflächiger Tafeln, die übereinander lagern.

Solche plattigen Eiskörner sind auf den Abbildungen der Tafeln I, II und IV deutlich zu sehen. An den Stellen, wo die geschlossene Decke aufhört und sich in die Zapfen vertheilt, waren einige besonders grosse Felder zu beobachten. Meist besitzen die oberen Theile der Zapfen noch die deutliche Wabenstruktur, während dieselbe ihren unteren Theilen und der spitzen Endigung öfter fehlt; auf der Tafel I ist auf der rechten Seite ein langer Zapfen sichtbar, der oben und in der Mitte noch Feldergrenzen zeigt, am unteren Ende aber noch ganz wasserklar ist, dass sogar die Flechtenüberzüge der Felsfläche auf den Abbildungen durchschimmern; ferner zeigen zwei abgebrochene Zapfen, die auf der rechten Seite derselben Tafel vor anderen körnig erscheinenden Eisgebilden liegen, oben Felderstruktur und gegen das Ende hin glatte Oberfläche, die aber nicht durch Abschmelzen erzeugt war.

Rechts unter den Endigungen der beiden abgebrochenen Zapfen liegt auch klares, felderloses Zapfeneis neben und über dem körnigen. Es sind überhaupt vorherrschend die Eisüberzüge und Eisdecken mit der Felderstruktur fast immer ausgezeichnet, während sie die Zapfen etwas seltener und nicht immer so scharf erkennen lassen.

An einem dünnen nur 5 mm starken Eisstücke einer Eisdecke auf glatter Felsoberfläche war auf der unteren Fläche, mit der das Stück auflag, die Feldertheilung sehr deutlich entwickelt, während sie der ganz glatten, etwas gewölbten Oberfläche fehlte.

An einer sehr schön gelungenen Photographie kann die schon draussen gemachte Beobachtung erhärtet werden, dass an Stellen, wo breite, horizontal durch die Felswand verlaufende Spalten oder Klüfte den Zusammenhang der Eisüberzüge unterbrechen, diese an vereinzelten Punkten mit Zapfen die Lücke überbrücken und dass auf der darunter liegenden Felsplatte wieder die Schmelzwasser sich über die ganze Ober-

fläche ausgedehnt und wieder eine zusammenhängende Ueberzugsschicht gebildet haben. Das wiederholte sich an mehreren Stellen und immer zeigte das Eis der Ueberzüge auf den Felsflächen die schönste Felderstruktur, während die Verbindungsbrücken davon frei sind und klar durchsichtig erscheinen.

Eine Deckeisfläche, die an den Steilrand der vertikalen Felsflächen anstösst, entsendet eine ganze Anzahl von Zapfen nach unten, die im oberen Theile in gleicher Weise wie die Decke selbst die Felderstruktur zeigen. Ganz breite Zapfen haben plattige Felder, die schmal und lang sind, wie die Abbildung auf Tafel IV zeigt; sie sind immer in horizontaler Lage übereinander aufgebaut.

Ganz allgemein ist in den Eiszapfen eine durch ihre Mitte vertikal nach oben ziehende dünnere oder dickere Zone von kleinen, dicht gedrängten Luftbläschen schon von aussen erkennbar; bei dickeren Eiszapfen können es deren auch mehrere sein, wie wir noch sehen werden. An einer Stelle kommt am Gehänge eine stärkere Wasserader herab, die sich am Steilabfalle eine grosse Eiskaskade erbaut hat; das Eis hat aber ein ganz anderes Aussehen, indem es wie alle Eisbildungen in strudelnden Wasserläufen weiss, reich an Luftblasen und ohne die äusserlich sichtbare Felderstruktur ist. Diese Bildungen aus rasch fliessendem, schäumendem, ununterbrochen fallendem Wasser, die viele Luft absorbiert haben, unterscheiden sich ganz constant von dem Eise der langsam und allmählich fliessenden, ganz reinen Schmelzwasser der Schneedecken.

Das weisse Eis kommt vielfach auch in Eishöhlen vor, wo es weniger als hängendes Eis, denn in Säulen und Bodeneis beobachtet wurde; in manchen Fällen wechselten aber die klaren Eisarten, die sonst meist das hängende Eis bilden, mit weissem und porzellanartigem Eise in mannigfaltiger Weise ab.

Lohmann [1] führt die Entstehung dieses weissen Eises im wesentlichen auf zwei Ursachen zurück, die eine davon ist

[1] Lohmann, A., das Höhleneis unter besonderer Berücksichtigung einiger Eishöhlen des Erzgebirges. Programm der Anneuschule in Alt-Dresden 1895.

die, dass unterkühltes Wasser ein sehr feinkrystallines Eis liefert, das infolge der von Stelle zu Stelle rasch wechselnden Brechung milchig trübe aussieht, oder aber es ist Luft fein vertheilt durch die ganze Masse des Eises und bewirkt ein weisses porzellanartiges Aussehen.

Nach Thury [1] sind Säulen von porzellanartigem Eise in der Eishöhle von Saint-Georges durch einen spezifischen Zustand des Eises bei gewisser konstanter Temperatur entstanden, wie er denn auch aus der Beobachtung, dass dünne Eisstalaktiten persistieren bei Temperaturen bis zu + 1° C., schliesst, dass sie einen besonderen krystallinen Bau haben, und dass vielleicht ihr Schmelzpunkt nicht derjenige des gewöhnlichen Eises ist.

Mit Thury ist auch Rev. Browne [2], der Eishöhlen zum Gegenstand seiner Forschungen machte, der Ansicht, dass prismatisches Eis der Schmelzung mehr Widerstand entgegensetze als gewöhnliches Eis; ferner vermuthet er, dass die intensive Trockenheit bei mehrere Monate andauernder starker Kälte in den Hohlräumen der Höhlen Ursachen für die prismatischen Eisformen abgeben könnten, während allerdings andere Forscher eher die Wärme für die gleiche Wirkung in Anspruch nehmen.

Die unten folgende Beschreibung der Strukturen der Eiszapfen zeigen, dass prinzipielle Unterschiede nicht bestehen und nur nach den Vorgängen des Wachsthums einfachere oder komplizierte Struktur desselben Typus sich entwickelt.

Bei solchem durch feine Luftbläschen weiss erscheinenden Eise zeigen sich bei gleichen Temperaturbedingungen die Felderstrukturen nicht so deutlich; oft ist weisses Eis ohne Feldertheilung in den Höhlen in Wechsel mit klarem, diese Struktur zeigendem Eise gefunden worden, ohne dass eine andere Erklärung für die Verschiedenheit, als die der Unterschiede äusserer Bedingungen anzunehmen ist.

Ueber die Struktur der verschiedenen Eisarten sind eine Menge von Untersuchungen angestellt worden, auf die

---

[1] Thury: Études sur les glacières naturelles. Arch. d. Sciences phys. et. natur. Nouv. Sér. Vol. X. Genève 1861.

[2] Rev. G. F. Browne: Ice-caves of France and Switzerland. London 1865.

im Einzelnen einzugehen hier zu weit führen würde. Es sei nur kurz folgendes der Uebersicht wegen zusammengefasst. Das Eis der Bäche und Binnenseen besteht in der Hauptsache aus Eisprismen, die dicht nebeneinander gelagert, senkrecht zur Oberfläche stehen; sie wachsen durch Ansatz gleich orientierter Eismoleküle nach unten weiter und die Eisdecke besteht in ihrer ganzen Dicke aus solchen, oft bedeutende Grösse erreichenden Prismen. Besondere Krystallbildungen, die im Anfangsstadium des Gefrierprozesses auftreten, werden am Schlusse besprochen werden.

Nach v. Drygalski besteht das Eis der Fjorde auch aus Plättchen, die aber nicht parallel zur Oberfläche liegen und übereinander gelagert die vertikalen Prismen beim Binneneise bilden, sondern mit der Plattenfläche senkrecht zur Oberfläche stehen. Das Inlandeis Grönlands besteht aus Krystallkörnern in einer im Allgemeinen regellosen Anordnung und mannigfaltigen, oft verzahnten Umrissen ebenso wie das Gletschereis, dessen Korngrösse aber weit von der des Inlandeises übertroffen wird.

Wir besitzen in diesen Unterschieden Mittel, die verschiedenen Eisarten scharf zu unterscheiden; spezielle Ausbildungen, z. B. Parallelstrukturen, Wachsthumserscheinungen und Verflüssigungen, die durch besondere physikalische Bedingungen, wie z. B. Bewegung, Druck, Temperatur u. a. bei jeder dieser Eisarten vorkommen, können hier nicht weiter angeführt werden; eine derselben aber, die Bildung und Struktur der Eiszapfen bildet einen wesentlichen Gegenstand unserer Abhandlung.

Bei Zapfenbildung müssen andere Formen der Struktur entstehen als bei einem Krystallisationsprozess aus einer Lösung, wo von einem Zentrum aus nach allen Seiten die Krystalle sich räumlich ausdehnen, und die einzelnen Moleküle vollkommen den Attraktions- und Krystallisationsgesetzen folgen können.

Die nach allen Seiten vollständige Flächen zeigenden, sogenannten schwebenden Krystalle sind allgemein bekannte Beispiele dafür.

Es können also hier in diesem Falle, abgesehen von Widerständen an Gefässwänden oder benachbarten Krystall-

gruppen die Molekularkräfte allein wirken und die charakteristischen Formen erzeugen.

Das aber verhält sich anders bei der Zapfenbildung; hier wirkt ausser der Molekularattraktion und der richtenden Krystallisationskraft noch die Schwerkraft mit, welche die dünnere Form des Zapfens als cylindrisches, langgestrecktes Gebilde mit verhältnissmässig geringen Querschnitten entstehen lässt. Es entstehen also Compromissformen, die zwischen den Einflüssen der Molekularkräfte und der Gravitation gebildet werden.

Die äussere Form, die durch die Gravitation bedingt ist, welche das zum Gefrieren kommende Wasser jeweils am unteren Ende des Zapfens ansammelt, entspricht in keiner Weise dem molekularen Aufbau der Eistheilchen. So gibt es z. B. am Kalkspath, der die Tropfsteine bildet, zuweilen Stalaktiten, die bei fingerartiger Form im Innern nur aus einem einzigen Krystallindividuum bestehen; häufiger ist eine Art von körniger oder auch radial faseriger Struktur, durch welche aber konzentrische Anwachsstreifen hindurchgehen. Die Spaltflächen zeigen in diesem Falle, dass Krystallkörner von der Peripherie bis in die Mitte reichen können, aber doch eine konzentrische Anlage besitzen. Im Querschnitte waren einige in radialer Richtung verlängerte Krystalle von unregelmässiger optischer Orientirung, aber keine Axenaustritte, ebensowenig wie im Längsschnitte zu finden.

Unter allgemeinen Verhältnissen, wenn nicht die Möglichkeit freischwebender Krystallbildung gegeben ist, kann die Stalaktitenform als sehr geeignet für regelmässige Krystallisation angesehen werden, da ein langsames Wachsthum stattfindet, und der innere Bau keine Störungen erfährt.

Ueber die Einzelheiten des Aufbaues der Eiszapfen liegen nur wenige genaue Berichte vor, die hier angeführt sind und noch mancher Ergänzung bedürfen; manche Beobachtungen widersprechen sich auch.

Schon 1851 hat Leydolt[1] erkannt, dass an dem Flusseise die optische Axe, also auch die Hauptaxe der hexa-

[1] Beiträge zur Kenntnis der Krystallform und der Bildungsart des Eises. Sitzgs.-Berichte der math.-nat. Cl. k. Akad. d. Wiss. Wien 1851. Bd. VII. pg. 477.

gonalen Prismen senkrecht zur Oberfläche stehe. Er fährt dann fort: dieselbe optische Erscheinung findet man bei jenen nachahmenden Gestalten, welche man Eiszapfen nennt. Man erhält die Ringe mit einem Kreuze (NB. das Axenbild), wenn man von einem Eiszapfen ein Plättchen parallel der Längenaxe desselben schneidet und es im polarisierten Lichte betrachtet. Da dies immer geschieht, wenn man das Plättchen parallel der geometrischen Axe des Eiszapfens schneidet, so folgt daraus, dass die optischen und daher auch krystallographischen Axen senkrecht auf der Mittellinie des Eiszapfens stehen. Er ist also aus Prismen zusammengesetzt, welche von seiner geometrischen Axe radienförmig auslaufen, und die Oberfläche desselben ist eine Fläche senkrecht auf den Axen dieser Prismen. Diese Zusammensetzung ist durch Einwirkung der Wärme sichtbar geworden.

An der Richtigkeit dieser Beobachtung ist natürlich nicht zu zweifeln; sie steht aber im Gegensatze zu den folgenden Angaben aus der älteren Zeit und zu den hier niedergelegten Untersuchungen der Eiszapfen vom Feldberge. Es scheint demnach, dass es ganz regelmässig gebaute Eiszapfen, wie sie Leydolt vor sich gehabt hat, unter bestimmten Umständen gibt, zu denen ich vor Allem ein ganz ununterbrochenes Wachsthum rechnen muss, da die Abweichungen der Krystallstruktur der hier beschriebenen Eiszapfen wohl der Hauptsache nach durch Unterbrechungen des regelmässigen Wachsthums am Tage, vielleicht auch leichte Anschmelzung und ungleiches Weiterwachsen an den Abenden bedingt sind nach meiner Auffassung, die später dargelegt wird.

Von Kobell[1], der 1858 seine Beobachtungen über das krystalloptische Verhalten der Eiszapfen veröffentlichte, gibt an, dass an den Zapfen tropfsteinartiger Bildungen von Mineralien in der Regel die Hauptaxen der prismatischen Krystalle, welche in radial-faseriger Anordnung um die Zapfenaxe angeordnet sind, rechtwinkelig gegen diese letztere stehen, so dass auf Schliffen, die zur Zapfenoberfläche parallel liegen, das Bild der optischen Axe im convergenten polarisierten

[1] F. v. Kobell: Ueber das krystalloptische Verhalten der Eiszapfen. Gelehrte Anzeigen der K. bayer. Akad. d. Wissensch. München 1858. Nr. 32.

Lichte erscheinen muss. Bei Eiszapfen aber fand er, dass man das Axenbild nicht sieht, wenn man parallel der Zapfenaxe sieht oder durch Flächen, welche die Längenaxe der Zapfen rechtwinkelig schneiden, wohl aber traten solche Bilder mit einigen Störungen auf, wenn man senkrecht zur Längenaxe durch die Zapfen sah: „Es war aber keine radiale Stellung der einzelnen Individuen bemerkbar, sondern sie lagen nur nach einer Richtung; denn wenn an den Zapfen Flächen angeschnitten wurden, durch welche die Ringe mit dem Kreuze (oft mehrere aneinander) erschienen, und dann zu diesen Flächen rechtwinkelig andere, so dass ein vierseitiges Prisma entstand, so zeigte sich auf den letzteren kein Polarisationsbild".

Schon Kenngott[1] bemerkt dazu, dass diese Lage der Individuen jedenfalls von besonderen Umständen und von der Oertlichkeit abhängt, wo sich solche Zapfen bilden, und dass dieselbe nicht allgemein für alle Eiszapfen gelten könne, was durch die hier mitgetheilten Untersuchungen auch bestätigt wird.

Noch andere Mittheilungen macht Peters[2] über Zapfeneis am Boden der Eishöhle von Scherisciora im südöstlichen Ungarn. Es waren dort die Stalagmiten von Eis meist keulenförmig und hatten ein breites, napfartiges, nach oben gerichtetes Ende. Sie waren aus linien- — bis zolldicken, hexagonal — konischen Individuen zusammengesetzt, die sich überall, wie in den Zapfen von Eisenblüthe unter spitzen Winkeln gegen die Axe der Keule richteten. Ihre Oberfläche fand er vollkommen glatt abgeschmolzen, trocken und nirgends von Zuwachsaggregaten überkleidet.

Die Eisstalaktiten, die Thury[3] in der Eishöhle von Saint-Georges beobachtete, waren zum Theil innen hohl und zeigten an der Oberfläche ein aus Polygonen zusammengesetztes Mosaik, dessen Felder von einigen Millimetern bis zu einem

---

[1] Kenngott. Journal f. prakt. Chemie Bd. LXXIII pag. 389.

[2] Peters: Geologische und Mineralogische Studien aus dem südöstlichen Ungarn. Sitzgsber. k. Akad. der Wissensch. Wien. Bd. XLIII. 1861. pag. 436.

[3] Thury: Études sur les glacières naturelles. Arch. d. Sciences hpys. et. nat. Nouv. Pér. Vol. X. Genève 1861. pag. 97.

Centimeter Grösse erreichten. An der Wandschicht des Eises waren die Netzmaschen dichter und kleiner als an den oberen Theilen, grösser aber am Boden.

Er sagt ferner, die Stalaktiten vergrössern sich durch successive Schichten von verschiedenem Alter; das Schmelzwasser fliesst an ihren Seiten entlang, und friert zusammen unter Umständen, die nicht dieselben sind, in denen regelmässige Krystallisation stattfinden kann. Innen hohle Eiszapfen waren durch wärmeres Schmelzwasser, das von oben kam, ausgehöhlt worden, indem die Schmelzwirkung entlang der Axe in den Zapfen eindrang.

Ganz andere Strukturerscheinungen beschreibt Berger[1] von Eiszapfen an Brunnen, die noch nicht lange aus den nacheinander hängen gebliebenen Tropfen gebildet waren; sie erschienen durchsichtig, wenn sie sich bei geringer Kälte oder noch nicht lange gebildet hatten, nur hie und da war ein weisser Queranschlag im Innern. Er berichtet darüber:

Bei strenger Kälte aber sieht man „immer breitere halbkugelförmige, weisse faserige mit schmäleren, durchsichtigen Querstücken abwechseln"; der Zapfen zerbricht meist an der durchsichtigen Stelle und zwar so, dass der untere Theil eine konkave, der obere eine konvexe Bruchfläche zeigt.

Der Länge nach durch die Bruchfläche sieht man eine weisse, poröse, cylindrische Säule umgeben von einem klaren, durchsichtigen Ringe.

„An älteren bei strenger Kälte gebildeten Zapfen sind die Unterbrechungen durch klare Querringe oft kaum mehr bemerkbar, selten aber unkenntlich."

Auf der Bruchfläche ist ein weisser Stern, darum ein klarer Ring, dann kommt ein weisser, breiterer und ein schmälerer, durchsichtiger Ring.

Oefter sieht man auch hohle Eiszapfen, wie geschlossene Cylinder, bei denen nach dem Autor wahrscheinlich der erste Ansatz nach dem Gefrieren der Oberfläche durch irgend eine äussere oder innere Ursache wie z. B. einen durch die Aus-

---

[1] Berger: Ueber Gefrieren des Wassers und Hagels. Poggendorff's Analen. 124. 1865.

dehnung bewirkenden Druck, nach unten geöffnet wurde, so dass das innere Wasser herausfliessen konnte; das später aussen herabfliessende Wasser verlängerte die Röhre, die sich auch verjüngte und schloss.

Lohmann [1] erklärt aber hohle Eiszapfen dadurch, dass der Kern des Eiszapfens von oben durch Schmelzwasser ausgehöhlt wird, und da Wasser bei + 7° C. schwerer ist als bei 0° C. wirkt es vertiefend wie ein Bohrer, bis der ganze Zapfen zur Röhre geworden ist.

Forel [2] beschreibt von Stalagmiten in einer natürlichen Eishöhle des Arolla-Gletscher eine krystalline Struktur von Prismen, die auf der Oberfläche senkrecht standen, aber unregelmässig waren und an Basaltsäulen von 3—6 Flächen erinnerten. Ihre Dicke wechselte von 5—10 mm bis zu 4—6 cm. Wo das Eis eine dickere Schicht bildete, waren auch grosse Krystalle. Er beobachtete hier ferner, dass die optischen Axen bald senkrecht zur Prismenaxe lagen, bald auch ihr parallel verliefen, während in wieder anderen Prismen sie mehr oder weniger schief verlief.

Das wäre also eine ganz regellose Anordnung der optischen Axen, die wir in den Eiszapfen vom Feldberge ebenso wiederfinden.

Emden [3] sagt in seiner wichtigen Untersuchung über das Gletscherkorn von den Eiszapfen, dass ihnen eine schöne Kornstruktur eigen sei, wobei das Korn aus knotigen, krystallinischen, nach allen Richtungen gleichmässig ausgebildeten Stücken mit regellos orientierten Axen besteht.

Das wäre also eine mehr körnige Ausbildung der den Zapfen zusammensetzenden Eiskrystalle, während in anderen Fällen eine radiale und mehr stengelige Kornform erwiesen ist.

Wenn Mügge [4] erwähnt, dass die Eiszapfen sich ähnlich

---

[1] Lohmann l. c. S. 30.

[2] Forel: Éudes glaciaires II. La grotte naturelle du glacier d'Arolla. Archives des Sciences phys. et. natur. Genève III. Sér. Tome XVII. 1887, pg. 469.

[3] Emden: Ueber das Gletscherkorn. Denkschr. der schweizer. Naturw. Ges. Bd. XXXIII. Zürich. 1892.

[4] Mügge: Ueber die Struktur des Grönländischen Inlandeises und ihre Bedeutung für die Theorie der Gletscherbewegung. Neues Jahrbuch f. Mineralogie, Geologie und Palaeontologie 1899 II. pg. 123.

wie das Gletschereis aus körnigen Krystallindividuen in regelloser Anordnung aufbauen, so ist das auch nicht für alle Fälle zutreffend, denn eine deutliche radiale Anordnung ist hier an den Feldbergzapfen nachzuweisen, und die Formen der Umrisse der einzelnen Körner sind viel ebener und glatter als bei den Gletschereiskörnern, die Vertiefungen, sehr unregelmässige Umrisse und Verzahnungen der einzelnen Körner besitzen, was an den Eiszapfen nicht zu beobachten war.

Es kommt hier auch nie vor, dass wie in dem den Formen nach heterogen gestalteten Gletschereis grössere Krystallkörner kleinere umhüllen, oder die grösseren von kleineren umlagert werden.

Wohl die ausführlichsten Mittheilungen über die Strukturformen der Eiszapfen hat Lohmann in seinem schon mehrfach citierten mit schönen Abbildungen von Wabeneis ausgestatteten Werke über das Höhleneis niedergelegt, und wir haben daher Veranlassung, etwas näher auf die Ergebnisse seiner Studien einzugehen.

Er benennt die Felderstruktur nicht unpassend als Wabeneis, wenn wohl auch der Begriff Waben annähernd gleichgrosse Zellen voraussetzt, während sie am Eise vielfach sehr ungleiche Grösse haben.

Das Tropfeis bildet in den Höhlen Stalaktiten und Stalagmiten, die oft mehr entwickelt sind als die anderen, da am Höhlenboden die kältere Luft ist. Am schönsten ist die Zapfenbildung im Frühjahre, nachdem sie im Herbste entstanden und während des Winters langsam weiter gewachsen ist. Auch die Temperatur kann Unterschiede in der Form des Eises hervorrufen, indem z. B. die Stalagmiten bei grosser Kälte mehr in die Höhe, bei geringeren Kältegraden aber mehr in die Breite wachsen.

Im Wabeneise haben Gebilde von gleicher Länge und Breite mehr isometrische Felder; im Hang- und Standeis aber und in den Säulen, die viel höher sind als breit, sind auch die Zellen breiter als hoch; dadurch entsteht oft eine Querstreifung an grossen Zapfen.

Eine merkwürdige Art des Wabenbaues, die noch erwähnt, aber in ihrer Entstehung nicht erklärt wird, findet nach Analogie mit den Verhältnissen an Zapfen des Feld-

berges ihre Erklärung darin, dass eine Periode raschen, continuirlichen Wachsthums, mit einer solchen geringerer und sehr ruhiger Vergrösserung des Zapfens wechselte. Es wurde nämlich an mehreren kleinen Eiszapfen, die auf dem Boden standen, beobachtet, dass von der eingebuchteten Spitze aus an der Oberfläche eine Riefung nach unten ging, die parallel begrenzte, lange und schmale Felder abgrenzte, die offenbar rasch und continuirlich gewachsen waren; darunter kommt eine Zone, die quer durch die Zapfen geht und isometrische unregelmässige, aber grössere Körner enthält, die in Ruhe und langsam gewachsen sind, und darunter sind wieder die langen, schneller entstandenen Krystalle durch die Riefung zum Hervortreten gebracht.

Die Grösse der Felder im Wabeneise betrug bis zu 400 qcm; an dicken Platten wurden die Felder gegen den dünneren Rand hin kleiner. Auch die Erscheinung, dass auf Wandeis an der Kontaktfläche die Feldertheilung vorhanden ist, auf der nach aussen gekehrten Oberfläche aber fehlt, ist von Lohmann beobachtet worden; die Felder der freien Seite sind oft grösser als die der Kontaktfläche, und bei dünneren Ueberzügen gehen die Körner von einer Oberfläche bis zur anderen. Die Richtung der Körnerflächen ist oft senkrecht zur Oberfläche im Wabeneis, und Prismen dringen keilförmig in einander.

Von Eiszapfen im Einzelnen wird erwähnt, dass die an den Körnergrenzen durch Schmelzung entstehenden Spalten das Bestreben haben, senkrecht auf der Oberfläche zu stehen, was also einem radial-strahligen inneren Bau entspricht. Die Trennungslinien gehen im Querschnitte von einem trüben Punkte aus und münden an der Oberfläche als grössere Risse. Von den Längsschnitten wird erwähnt, dass zahlreiche Linien, die senkrecht zu den Längsflächen laufen, sich durchqueren, wodurch ein Netzwerk entsteht, in dem die buerlaufenden Linien überwiegen. Wie die Abbildungen auf Tafel III und V zeigen, ist das nicht immer, sondern nur unter besonderen Verhältnissen der Fall.

Bei den Eiszapfen mit Wabenbildung wiesen Quer- und Längsschnitte nie auf eine geordnete krystallinische Beschaffenheit hin; der Wechsel der Bilder an den Rissen im pola-

risierten Lichte bewies, dass die Zellen wohl Einzelkrystalle, dass aber ihre optischen Axen ganz regellos sind.

Im Wabeneise fand Lohmann auch genarbte Grenzflächen zwischen benachbarten Individuen oder mit Einbuchtungen; diese Eigenschaften sind in noch höherem Grade den Körnern des Gletschereises eigen, und wurden von mir am Zapfeneise nirgends beobachtet.

Auf die Erklärung der Entstehung des Wabenbaues die Lohmann gibt, ist auf anderer Stelle noch einzugehen, da sie nicht unanfechtbar erscheint. Sie ist zusammengefasst in dem Satze: „So ergibt sich, dass der Ursprung aller Wabenbildung im Eis in den Temperaturschwankungen der Höhle zur Zeit der Eisentstehung zu suchen ist. Diese bewirken die überall wahrgenommene Spaltung senkrecht zur Oberfläche. Die weitere Entwickelung beruht dann im Sinne von Hagenbach und Emden auf dem grösseren Bestreben der Nachbarzellen, sich zu grösseren Einheiten zu vereinigen. Die Fortbildung dieser grösseren Krystalle wird schliesslich durch die Ausschmelzung der Räume zwischen den Einzelkrystallen verhindert. Hieraus erklärt sich die Verschiedenheit des Wabenbaues bei Eisgebilden derselben Höhle“.[1]

Um diese Anschauung näher discutieren zu können ist es nöthig, vorher die Resultate der Untersuchung der Struktur und der anderen Eigenschaften der am Feldberg gefundenen Eiszapfen voraus zu schicken und die Uebereinstimmung, bezw. Abweichungen festzustellen.

Die Abbildungen der Tafeln II—V zeigen die Verhältnisse der Kornstruktur der Eiszapfen unter den verschiedensten Bedingungen und lassen grosse Unterschiede in der Ausbildung der einzelnen Krystallkörner erkennen. Es ist zu sehen, dass da, wo breite, fast ebene Flächen oder solche mit sehr grossem Krümmungsradius sind, mehr die horizontaltafelige Form vorwiegt, wie auf Tafel IV, die ein Stück eines flachen, aber sehr breiten Eiszapfens am Uebergange des überhängenden Deckeneises in Eiszapfen darstellt. Die Platten, deren jede einzelne einem Krystallindividuum entspricht, sind bis 7 cm lang und nur 5—8 mm breit.

---

[1] l. c. pag. 39.

Auch an dem grossen Eiszapfen von etwas elliptischen
Querschnitte, von dem ein Stück auf Tafel II abgebildet is
zeigt sich auf der Mitte der vorderen, breiten Fläche, der
Krümmung geringer ist als die der seitlichen Theile, deutli
die plattige Form mit horizontaler Lage der einzeln
grösseren Tafeln, die sowohl nach der Seite, wie vielfa
sichtbar, wie nach innen hin schmäler werden und sich au
keilen, und nach den Stellen der stärkeren Flächenbiegun
wird die Struktur deutlich körnig und das einzelne Indiv
duum kleiner.

Die fast gleichmässig gewölbte Oberfläche des a
Tafel III abgebildeten Zapfens ist fast überall gleichart
körnig ausgebildet, doch bei genauem Zusehen erkennt ma
doch, dass in der Mitte etwas grössere Individuen lieg
die nach den etwas stärker gebogenen Seiten hin klein
werden und isometrische Körnerform behalten.

Tafel V endlich zeigt einen kleineren, kreisrund
Zapfen, der an seiner stark gekrümmten Oberfläche kein
tafeligen Aufbau besitzt, während die unregelmässig gestaltete
annähernd isometrischen Körnerfelder einen doppelten Wech
grösserer und kleinerer Individuenausbildung erkennen lass

Bei dem in natürlicher Grösse photographierten Zapf
enthält der obere Theil (5 cm) mittelgrosse Felder; es fo
eine ringförmige Zone von 2 cm Breite mit grossen u
darauf eine solche Zone (1 cm) mit kleinen Feldern; d
letzten 3 cm sind wieder von mittlerer Korngrösse. D
Zapfen zeigt die besondere Eigenschaft, dass bei klein
Krümmungsradius relativ grosse Körner gebildet sind, währe
sonst auch Zapfen mit viel grösserem Durchmesser n
kleinere Felder besitzen.

Es scheint diese Erscheinung mit der mehr oder wenig
reichlichen Zufuhr von Schmelzwasser als Krystallisatio
material zusammenzuhängen, und die Menge des Schme
wassers, das nach Abkühlung der Luft unter 0° C. noch a
den Zapfen gelangt, der langsamere oder raschere Verla
der nächtlichen Abkühlung der Luft, die vom Anfang a
angelegte Gestalt der Tropfbildungen müssen in ihrer ve
schiedenen Combination den entstehenden Strukturcharakte
sehr variabel machen.

Es zeigen in Folge davon selbst gleichgrosse und sonst ähnliche Zapfen doch Unterschiede der Körnerbildung, wenn sie nicht unter ganz gleichen Verhältnissen gebildet worden sind, und doch wie wechseln die angegebenen beeinflussenden Faktoren draussen von Felsklippe zu Felsklippe!

Eine reiche Sammlung wohlgelungener photographischer Aufnahmen, die ich leider nicht alle zur Publikation bringen kann, die aber im mineralogischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe aufbewahrt werden, gestattet die Mannigfaltigkeit dieser Strukturen an der Oberfläche festzustellen; nur die wenigen oben angeführten Gesetzmässigen waren zu entdecken, und hier ist noch einer besonderen Erscheinung zu gedenken, die nicht allen Zapfen eigen ist, nur vereinzelt vorkam und auf der Tafel II deutlich in Erscheinung tritt. Man sieht etwas nach rechts von der Mitte des abgebildeten Zapfens eine Linie verlaufen, die vertical mit geringer Ablenkung unten nach rechts hin die Grenzen der in der Mitte liegenden tafeligen Krystallkörner von oben bis unten enthält; auf der einen Seite sind die Körnergrenzen schön und deutlich, auf der anderen aber kaum zu sehen, und die Körner werden immer kleiner. Die an diese Linie stossenden Enden der Platten sind immer etwas nach aussen gebogene Linien, und der Verlauf der ganzen Linie zeigt an Stellen, wo nur kleine Eiskrystalle an sie herantreten, Ausbiegungen und kleine Einbuchtungen. Das Bild der Tafel II ist überhaupt sehr charakteristisch für den Verband der verschiedenen Korntypen.

Diese Linie ist schwer zu erklären; ich dachte zuerst, dass hier nur eine Wirkung einer continuirlichen, an der Oberfläche herabfliessenden Schmelzwasserader vorliege, indem die Körnergrenzen durch das wärmere Wasser angeschmolzen und zu stärkerem Vortreten gebracht wurden. Das ist aber unhaltbar; denn eine 2 cm weiter links verlaufende solche Wasserader würde eine ganz andere Linie schaffen, wenn sie den Körnergrenzen folgen wollte. Jene Linie muss also primär, vielleicht schon bei der ersten Anlage des Krystallgefüges am entstehenden Zapfen vorgebildet worden sein, jedenfalls aber bei der letzten, die äussersten Krystalle bildenden Wachsthumsphase begründet worden sein, durch

Umstände, die ich Mangels an Material nicht feststellen konnte. Es wäre von Wichtigkeit zu wissen, wie weit gegen das Zentrum diese Scheidelinie sich verfolgen lässt, wenn wir sehen, wie der mikroskopische Bau der Zapfen auf mehrere Wachsthumsperioden schliessen lässt.

Auch an einigen anderen Zapfen verlief die Grenze zwischen gröberer und feinerer Körnerentwickelung annähernd parallel der Zapfenaxe, war aber meist nicht so scharf ausgebildet, welliger und schwer zu verfolgen.

Sonst ist über die äussere Erscheinung der Zapfen wenig zu sagen; jeder kennt die Vielgestaltigkeit der Tropfstein- und in diesem Falle der Eisgebilde. Alle Grössen waren vertreten, manche waren lang und ganz cylindrisch (Tafel II und V), andere waren spitz kegelförmig mit ganz allmähliger Verjüngung nach unten. Stalaktiten und Stalagmiten vereinigten sich oft zu Säulen und an den Felsen war durch Ueberfliessen von Schmelzwasser ein Ueberzug von Eis entstanden, der oft die Ansatzstelle der Zapfen selbst bildete. (Siehe Tafel I.)

Die Stalagmiten, die in Bodeneis übergehen können, dürften schon aus Gründen ihrer Entstehung nicht die regelmässige Struktur der Stalaktiten besitzen; es ist das auch durch Beobachtungen im Höhleneise festgestellt [1]. Ich hatte nicht die Möglichkeit, auch diese Eisbildungen mikroskopisch zu untersuchen, wohl aber die Zapfen an zahlreichen Dünnschliffen und im polarisierten Lichte zu prüfen. Es ergab sich das Folgende:

Den Mittelpunkt des Zapfens, von dem die Krystallisation ausging, bezeichnen mehr oder weniger grosse Luftblasen, die meist ganz runde Form haben. Vom Zentrum weiter entfernt gelegene Poren haben länglich ovale Form und deren lange Axe hat oft eine radiale Richtung.

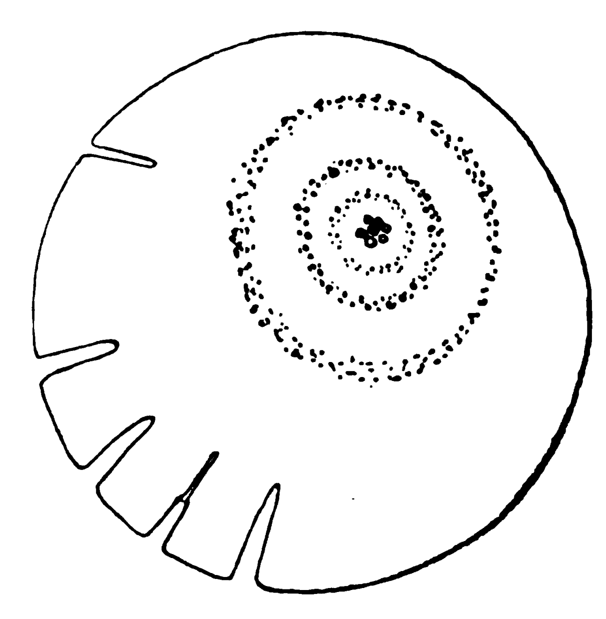
Ausser diesen grösseren Blasen sind auch runde, kleine in der Mitte und dann wieder in 2 oder 3 konzentrischen Zonen in verschiedener Entfernung vom Mittelpunkt in grosser Menge angehäuft; auch einzelne grössere, runde Blasen be-

---

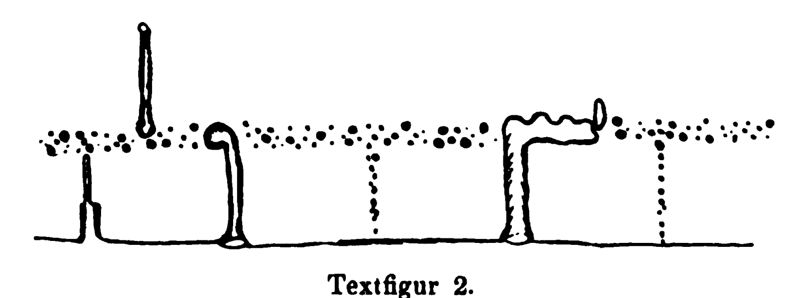
[1] Lohmann, l. c. pag. 20.

finden sich gelegentlich darunter, sind aber seltener als in der Mitte selbst. (Siehe Textfigur 1 und 2.)

In den Porenzonen sind die Blasen stellenweise spärlich, an anderen Stellen wieder dicht zusammengehäuft. Auch in



Textfigur 1.
Luftporen und Schmelzungskanäle im Querdurchschnitt eines Eiszapfens.
Vergrösserung 1 : 1,5.

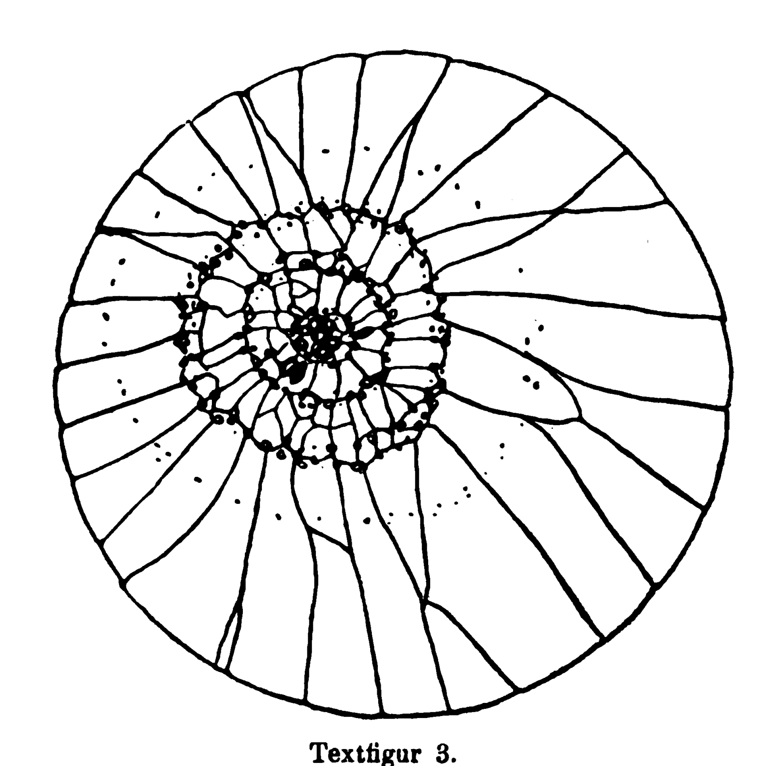


Textfigur 2.
Luftporen und Schmelzungskanäle im Längsdurchschnitte eines Eiszapfens.
Verkleinerung 1 : 1,5.

der relativen Stärke können sie sehr verschieden sein, ebenso wie an Zahl. In einem Falle wurden an einem grossen Eiszapfen, an einer Stelle, an der sein Durchmesser 5 cm betrug, 3 kleinere und eine äussere, sehr dicht mit Poren besetzte und breitere Zone beobachtet.

In den Zwischenräumen fehlen dieselben mit seltenen Ausnahmsfällen gänzlich.

Diese Luftblasen stehen im Zusammenhang mit der Anordnung der einzelnen Körner, deren jedes einem Krystallindividuum entspricht. In der Mitte sind diese klein und ganz regellos zwischen den grossen Blasen und bis zur ersten inneren Porenzone, ausserhalb jener lässt sich schon eine gewisse radiale Orientierung der Körner und eine Verlängerung von deren Form in radialer Richtung erkennen; meist reicht ein solches prismatisches Individuum bis zur nächstäusseren Porenzone, oft aber auch nehmen 2 oder auch mehr Körner denselben Raum ein.



Textfigur 3.
Querschnitt durch einen Eiszapfen. Luftblasenzonen und Kornstruktur.
Vergrösserung 1:2.

Noch deutlicher wird die Radialstruktur zwischen den nächsten Porenzonen, und am deutlichsten kommt sie zum Ausdruck ausserhalb der äussersten Porenzone, von der aus sich lange, oft breite Lamellen im Schliffe, in Wirklichkeit aber prismatische Körper mit eckigem, aber unregelmässigem

Querschnitt im Zapfen bis an die Peripherie desselben erstrecken und oft die zehnfache Länge der innerhalb der Porenzonen gelegenen Krystallkörner erreichen.

Das Wachsthum ist nicht nach allen Seiten gleich intensiv; nach einer Seite ist die Länge der äusseren prismatischen Körner bedeutend grösser als nach der entgegengesetzten, und so kommt es, dass das Zentrum des Anfangsstadiums mit den grossen Luftblasen exzentrisch für den äusseren Umriss zu liegen kommt.

Die Form der äusseren, grossen, langprismatischen Körner ist sehr verschieden, wie die Figuren der Umrisse auf den Oberflächen erkennen lassen. Die Grenzflächen zeichnen sich im Querschliffe selten als ganz gerade Linien ab, vielfach sind sie leicht gebogen, wie auch die Abbildungen zeigen. Im polarisierten Lichte bieten sie das bunteste Bild; jede Lamelle hat eine andere Farbe und löscht bei anderem Winkel aus; nur in wenigen Fällen war zu beobachten, dass die Auslöschung parallel der radialen Richtung d. h. in diesem Falle parallel der Längsaxe des prismatischen Längsschnittes lag, wie denn auch vereinzelt in Längsschnitten, die parallel der Oberfläche des Zapfens gemacht waren, Felder gefunden wurden, die bei gekreuzten Nicols in jedem Winkel dunkel blieben und im konvergenten Lichte ein deutliches Axenbild optisch eigenartiger Körper erkennen liessen. Diese Anordnung und Coincidenz von langer Axe des prismatischen Kornes mit der optischen Axe des Krystalles und deren radiale Stellung ist aber durchaus nicht die Regel; vielmehr konnte an einer Reihe orientierter Schliffe die grösste Unregelmässigkeit von Auslöschungsrichtungen und Anordnung der krystallographischen Axen der einzelnen Eisindividuen wahrgenommen werden.

In vielen Längsschnitten trat überhaupt keine Axe senkrecht zur Oberfläche aus; aber immerhin waren Krystalle senkrecht oder nahezu senkrecht auf den Längsschnitten häufiger als in Querschnitten durch die Zapfen, wo sie nur in 3 Fällen beobachtet wurden. Auch in schief zur Zapfenaxe in den verschiedensten Richtungen gelegten Schliffen zeigten sich Axenbilder, ohne aber eine Gesetzmässigkeit er-

kennen zu lassen, ihre Felder wareu oft sehr unregelmässig umgrenzt; andere fast regelmässig sechsseitig umgrenzte Felder polarisierten aber stark.

Störungen des optischen Verhaltens durch innere Spannungen wurden nicht beobachtet, in keinem Schliffe; nur feine Haarspalten fanden sich zuweilen, die durch ein einheitlich polarisierendes Korn hindurch gingen, ohne jede Störung zu verursacheu; das dürften aber keine Druckwirkungen sein.

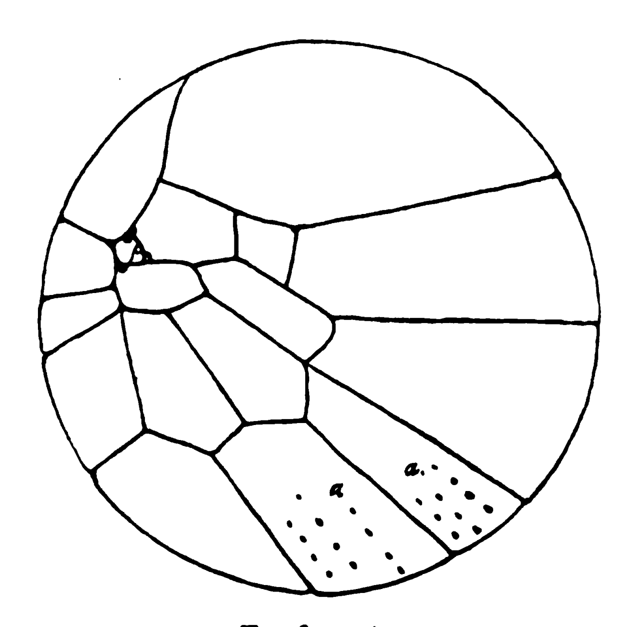
Wenn die Schliffe sehr dünn sind, und die Temperatur sich nicht weit vom Schmelzpunkte entfernt, ist sowohl zwischen den äusseren prismatischen, wie den inneren, mehr isometrischen Körnern, deutlich die Kapillarspalte, welche die Flächen trennt, erkennbar. Die konzentrischen Porenzonen gehen ohne Störung über die Spalten ebenso wie durch die Körner hindurch und haben meist runde Formen; in den grossen Körnern ausserhalb der äusseren Porenzone sind sie nur sehr selten zu finden und dann meist an den Begrenzungslinien.

Bei den breiteu Zapfen war auf Längsschnitten zu beobachten, dass die Körnerform aus Tafeln bestand, die horizontal lagerten; seitlich keilten sich die Tafeln aus; kleinere bildeten linsenförmige Körper, grosse wurden mehrere Centimeter lang. In einigen lag die Auslöschung parallel den Grenzlinien der Tafelflächen. Auf 3 cm Zapfenlänge kamen einmal 7 solcher horizontaler Tafeln mit fast parallelen Begrenzungslinien nach oben und unten; einige löschten gleichzeitig aus.

Die Abbildung auf Tafel IV zeigt sehr schön diese tafeligen Lamellen an einem breiten, aber dünnen Zapfen. Die Art der Ausbildung der äusseren Form der Eiskrystalle — dass ihre optische Orientierung ganz willkürlich ist, wurde schon erwähnt — ist offenbar von der äusseren Form abhängig, die der Zapfen nach den örtlichen Verhältnissen annimmt; der Querschnitt ist nicht immer ein Kreis, es gibt lang-ovale und auch ganz flache Oberflächengestaltung neben solcher, die starke Krümmung bei kleinem Krümmungsradius zeigt, an ein und demselben Zapfen, und da zeigen denn die Abbildungen und die Schliffe deutlich, dass grosse Körner und Lamellen meist an den flachen Stellen, an den stärker

gebogenen aber kleinere und an der Oberfläche mehr isometrisch erscheinende Körnerformen auftreten; es gibt aber auch Ausnahmen.

Bei gleichmässiger Rundung, siehe Abbildungen auf Tafeln III und V, sind auch die Körner von annährend gleicher Grösse und mehr isometrischer Gestalt, Tafel- oder Prismenformen dagegen treten zurück; in keinem der Felder war ein Axenaustritt nachzuweisen.



Textfigur 4.
Struktur im Querschnitt eines kleinen Eiszapfens.
a. Tyndall'sche Schmelzfiguren.
Vergrösserung 1 : 4.

Auf den Querschnitten ist der Gegensatz zwischen kleinen, isometrischen inneren und den langgestreckten, radial angeordneten, grossen, äusseren Eiskrystallen am deutlichsten; in den Längsschnitten, parallel der vertikalen Zapfenaxe, treten auch mehr nach allen Richtungen gleich entwickelte Formen auf, die nur in der Richtung senkrecht zur Oberfläche lang gestreckt sind. Einmal blieb ein solches Feld, von fast regelmässiger sechsseitiger Umgrenzung zwischen gekreuzten Nicols dunkel; es trat die optische Axe auf dieser Fläche aus; das ist aber ein nur wenige Male vorkommender Fall unter der grossen Zahl der beobachteten Felder.

Die Zapfen können unter Umständen so breit und dünn werden, dass einzelne Stücke derselben wie Eis einer in ruhigem Wasser gebildeten Eisdecke aussehen. Die Struktur ist aber eine ganz andere in beiden Fällen und zeigt, dass auch die dünnplattigen Eiszapfen sich dem Strukturtypus der regelmässig gebildeten Zapfen anschliessen. Im Deckeneis einer ruhigen Wasserfläche sind oft breite, sechsseitige Prismen so aneinander gelagert, dass ihre Basisflächen mit der Oberfläche des Eises parallel liegen; es müssen also auch die optischen Axen auf der Oberfläche senkrecht stehen, so dass auf Querflächen zur Oberfläche keine optischen Axenbilder im polarisierten Lichte erscheinen. Beim plattigen Zapfeneise ist das der Fall; einzelne der tafeligen Lamellen im Querschnitte durch dieses Eis zeigten keine Farben im polarisierten Lichte, wohl aber deutliche Axenbilder, andere dazwischen liegende Lamellen dagegen polarisierten in demselben Präparate sehr stark. In solchen 4 mm dicken plattigen Eiszapfen zeigten unter sechs Lamellen zwei, die durch zwei andere Lamellen getrennt waren, das Axenkreuz; in einzelnen dieser plattigen Eisindividuen liegt also hier die optische Axe parallel zur Plattenfläche, während sie beim Teicheis senkrecht auf den einzelnen Plattenflächen der die Prismen zusammensetzenden Plattenbündel, also auch senkrecht zur Eisoberfläche liegt. Beim plattigen Zapfeneise aber liegt sie parallel der Oberfläche. Noch eine andere Erscheinung beweist die Identität der Struktur des plattigen Eises mit derjenigen der runden Eiszapfen: in den Zapfen gehen Porenzonen in der Richtung der Zapfenaxe, also in senkrechtem Sinne zu den plattigen Individuen an wenig gewölbter Oberfläche; im plattigen Zapfeneise gehen nun die der centralen und den concentrischen Porenzonen der ächten Zapfen entsprechenden Porenzonen durch die tafeligen Krystalle ebenfalls quer hindurch und senkrecht zur Oberfläche jeder einzelnen Lamelle oder Tafel; die Porenzonen gehen also auch senkrecht zu den optischen Axen der im Querschnitt dunkel bleibenden Lamellen und ohne Ablenkung immer in demselben Sinne durch die optisch anders orientierten Platten.

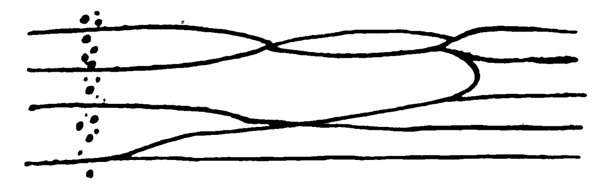
In einem anderen Präparate des plattigen Zapfeneises

von 4 cm Dicke waren zehn Lamellen in sehr regelmässigen. parallelen Lagen über einander; alle polarisierten lebhaft und, nur eine durch grössere Breite ausgezeichnete blieb dunkel und zeigte im convergenten Licht das Axenkreuz. Eine Porenzone ging unbeirrt in gerader, senkrechter Richtung durch die Tafelflächen hindurch.

In anderen Fällen hatten zwei, nur durch eine Zwischenlage getrennte Platten dieselbe Orientierung der Stellung der optischen Axe parallel zur Tafelfläche; dagegen wieder wurde auch beobachtet, dass in 16 aufeinander liegenden Krystallplatten in keiner einzigen diese Orientierung vorhanden war. Es ist also ebenso wenig eine Gesetzmässigkeit der Axenlage in dem platten Zapfeneise, wie in dem der runden Zapfen nachzuweisen.

Die einzelnen Individuen des plattigen Zapfeneises erreichten in der Tafelfläche Längen bis 4 cm; seitlich keilen sie gerne aus und legen sich in ganz spitze Winkel auslaufend aneinander; zuweilen auch zerlegt sich eine breitere Lamelle durch Dazwischenschieben langer, spiessartiger Krystalle in mehrere Einzelausläufer; auch langgestreckte linsenförmige Körper sind nicht selten; in anderen Eigenschaften unterscheiden sie sich in nichts von den Einzelkrystallen normaler Zapfen, nur die Bläschenzonen scheinen im Allgemeinen feiner und dichter zu sein, als in der Axenzone der Zapfen.

Den Uebergang zwischen isometrischen Körnerformen und den tafeligen Lamellen, deren Lage immer horizontal



Textfigur 5.
Lamellenstruktur im plattigen Zapfeneise.
Verkleinerung 1 : 1,5.

und senkrecht zur Zapfenaxe gerichtet ist, bilden linsenförmige Körner, wie sie die Figur 5 zeigt. Im Schliffe zeigen sie sich als lange schmale Lamellen, die sich auskeilen und

in der Längsrichtung alle parallel liegen; sie polarisieren alle verschieden, in keiner war ein Axenaustritt im convergenten Lichte zu finden; aber die Auslöschung lag in manchen Fällen parallel der Längsrichtung der Linsen und Lamellen. Auf 3 cm Zapfenlänge wurden sieben solcher Lamellen gezählt, von denen einige gleichzeitig auslöschten.

An den Schliffen der verschiedenen Zapfen waren des öfteren in den einzelnen Körnern die Tyndall'schen Schmelzfiguren als kleine Bläschen im Mikroskope erkennbar; sie lagen in jedem Korne unter sich parallel, in jedem der benachbarten Körner aber ganz verschieden, so dass sie nie parallel verliefen. Da diese Schmelzfiguren immer in Ebenen liegen, die zur optischen Axe eines Eiskrystalls senkrecht stehen, zeigt diese Erscheinung auch die Regellosigkeit in der Anordnung der Hauptaxen der Krystalle; manchmal liegen sie in zwei benachbarten, langgestreckten, äusseren Körnern der Zapfen annähernd parallel; aber das ist ein seltener Fall.

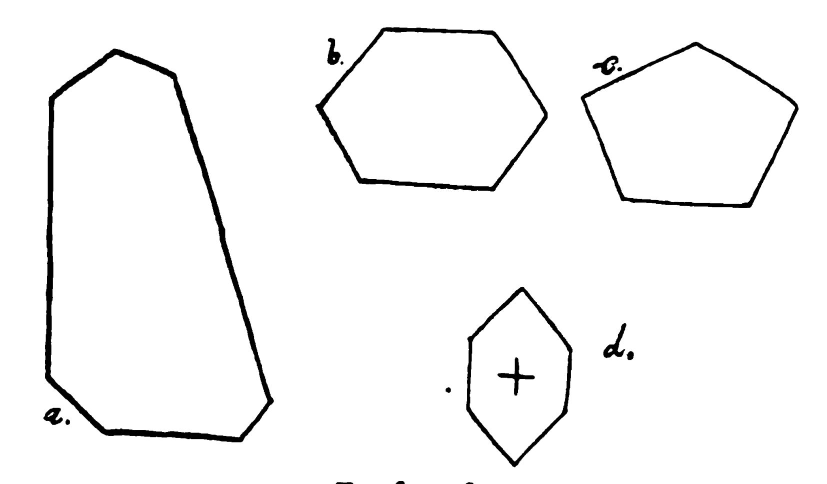
Unter den am häufigsten auftretenden Körnerformen in den Längsschnitten herrschen fünf- und sechsseitige als Querschnitt der prismatischen Individuen vor; meist stossen die Begrenzungselemente in stumpfen Winkeln aneinander, und die Winkelgrösse wurde in sehr vielen Fällen in der Nähe von 120° gefunden mit Grenzen von 5° unter 120° und 15° über 120°.

Die auf der folgenden Seite stehenden Figuren geben die Maasse der Winkel einiger der häufigeren Formen.

Durchschnitte in Form der Figur 6a, deren sämtliche Winkel zwischen 125° und 132° liegen, sind nicht selten und bald länger, bald kürzer ausgebildet. Bei hexagonalen Umrissen der Figur 6b, die besonders in Längsschliffen parallel zur Zapfenaxe häufig sind, war der eine Winkel an der Basis 123°, der andere Winkel = 127° 30′; es waren also nicht regelmässige Sechsecke, wobei allerdings, wie bei allen den Schnitten, berücksichtigt werden muss, dass sie nicht genau senkrecht zur Längsaxe der prismatischen Krystalle der Peripherie gelegen sind. Sehr häufig sind auch die Formen der Figur 6c, die auch Lohmann häufig fand, mit Verzerrungen in den Längsschnitten, und in einem Felde eines Längsschnittes von den

Umrissen der Figur 6 d trat ein Axenbild auf; die Fläche blieb immer dunkel bei gekreuzten Nicols und jeder Drehung.

Im Allgemeinen ist ein Unterschied zwischen den Körnern im Quer- und Längsschnitt vorhanden, der darin besteht, dass in ersterem mehr lamellen- oder prismenförmige, in letzerem mehr isometrische Felder als Korngrenzen erscheinen.



Textfigur 6.

Körnerformen in Eiszapfen.

Vergrössert.

a. Häufige Form der stengeligen Krystalle im Längsschnitte an Eiszapfen; die Winkel liegen alle zwischen 125° und 130°.

b. Körnerform aus einem Längsschnitt.

c. Häufige pentagonale Form in Längsschnitten.

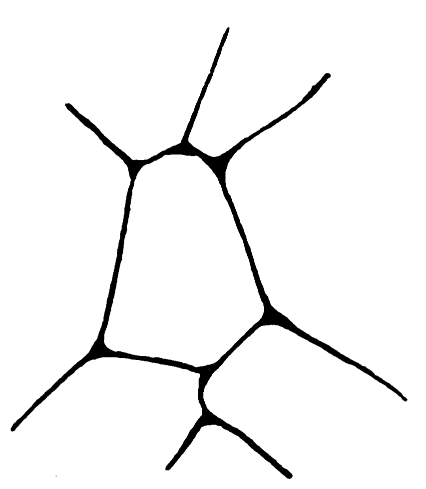
d. Feld mit optischer Axe aus einem Längsschnitte.

Die Begrenzungselemente sind meist schwach gebogen, nur an den langen, radialen, äusseren Prismen sind sie oft auch geradlinig (Textfigur 4).

Bei niederer, weiter unter 0° C. gelegener Temperatur liegen die Körner ganz dicht und ohne Zwischenräume aneinander trotz der geschwungenen Umrisse, aber in der Nähe des Nullpunktes, wenn die Schliffe wegzuschmelzen beginnen, stellen sich an den Stellen, wo die Körner zusammenstossen, dreiseitige mit Wasser gefüllte Zwischenräume ein, die sich rasch vergrössern. Die Wirkung des Schmelzwassers ist auch in dem Eisgefüge eine viel intensivere als die gleichwarmer Luft. Siehe umstehende Textfigur 7.

Von Spannungserscheinungen, die an Störungen der Polarisation leicht zu kennen sind, war in keinem der Zapfen etwas aufzufinden, selbst in der Nähe von kleineren und grösseren Luftblasen blieb die Eissubstanz ganz gleichartig. Im bewegten Eise dagegen, z. B. im Gletschereis, sind solche Spannungen nicht selten. Von Forel'schen und anderen Streifungen, die an Gletschereiskörnern beobachtet wurden, konnte ich nichts mit Bestimmtheit feststellen; der Witterungsumschlag am 20. Januar brachte so warmes Wetter, dass trotz angewandter Kältemischungen das Material rasch wegschmolz, lange ehe die Untersuchung ganz abgeschlossen werden konnte.

Die Struktur dieser Eiszapfen ist somit in ihren äusseren Theilen als eine faserige radial-strahlige, in den innern als eine mehr concentrisch-körnige zu bezeichnen. Faseriges Eis ist bis jetzt nur in einem Falle untersucht, über den Klocke[1] berichtet. An feuchtem Boden war Fasereis in die Höhe gewachsen, das sogar im Stande war, Erdschollen emporzuheben. Die einzelnen Nadeln des faserigen Gefüges standen immer senkrecht zur Bodenoberfläche; die meisten aber waren nicht einheitliche Individuen, sondern ein Aggregat von langen, in der Längsrichtung annähernd paralleler, sich spitz untereinander auskeilender Nädelchen mit verschiedener Auslöschung; kein solcher Stengel blieb im polarisierten Lichte bei jeder Drehung dunkel.



Textfigur 7.
Kanäle zwischen den Körnern, mit Schmelzwasser gefüllt, aus dem Querschnitte eines Eiszapfens.
Vergrösserung 1 : 2.

Das sind genau dieselben Verhältnisse der optischen Orientierung der einzelnen Individuen, die wir in den äusseren, radial angeordneten Theilen der Eiszapfen gefunden haben.

[1] Klocke: Ueber die optische Struktur des Eises. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie nnd Palaeontologie. 1879. pg., 272.

Viele der langen Lamellen keilten sich spindelförmig aus, andere verjüngten sich nach innen, aber keine zeigte ein dunkel bleibendes Feld im polarisierten Lichte, und jede Lamelle hatte andere lebhafte, bunte Farben. In den faserigen Eismassen ist somit keine parallele Anordnung vorhanden, wohl aber zeigt das Gletschereis der unteren Gletschertheile zuweilen Schichtung, wobei die Axen der einzelnen Gletscherkörner senkrecht zur Oberfläche der Schichtung stehen. Diese Erscheinung ist durch Druckverhältnisse im Gletscher bedingt und nicht mit der ebenfalls parallelen und zur Oberfläche senkrechten Stellung der Axen der Binneneisdecken gleicher Entstehung durch Druck, wie Mügge neuerdings im Gegensatz zu v. Drygalski wahrscheinlich gemacht hat.

Einige Bemerkungen verdienen noch die in den Eiszapfen auftretenden Poren, die an der Oberfläche erscheinenden tiefen Rinnen (siehe Tafel VI), und die aus der Gesammtheit der Erscheinungen abzuleitenden Schlüsse über die Vorgänge beim Wachsthum der Eiszapfen.

Was die Luftblasen anbelangt, sind sie so wohl primärer wie secundärer Entstehung. Im frischen Zapfeneis bei grosser Kälte sind sie alle primär soweit sie in der Axe und in concentrischen Zonen um diese herumliegen, wie das die Textfiguren 1—3 zeigen. Gelegentlich an den Trennungsflächen der langen, peripherischen Krystalle auftretende Luftblasen sind möglicherweise während einer Unterbrechung des Wachsthums in die geöffneten Risse eingewandert und beim Weiterwachsthum eingeschlossen worden. Aber auch die concentrischen Porenzonen, welche nicht mit Körnergrenzen zusammenfallen, sind als primär anzusehen, indem sie zusammen mit dem sie umgebenden Eise gebildet und aus dem krystallisierenden Schmelzwasser ausgeschieden wurden.

Bei der Anschmelzung an der Oberfläche, wenn sich die Capillarspalten zwischen den Körnern zu Rinnen erweitern, kann man auch das Eindringen von Luftblasen sehen, oder aber auch die Luft der dichten Blasenzonen wird erwärmt, schmilzt das Eis über ihr und rückt nach oben, bis sich viele solcher Blasen vereinigt haben und verticale oder auch horizontale, runde Kanäle bilden.

Aus den Beobachtungen an den Eiszapfen des Feld-

berges und den Mittheilungen anderer Forscher sind hier noch folgende Bemerkungen von Interesse.

Capillare, Hohlräume und Luftblasen entstehen nach Hellmann in den Schneekrystallen wahrscheinlich wie im gewöhnlichen Eise und wie auch im Hagel, indem bei rasch vor sich gehender Krystallisation die Eisbildung an der Aussenwand zuerst erfolgt und so den kleinsten Luftmengen den Ausgang versperrt; auch die Capillarspalten entstehen gleichzeitig mit der Krystall- oder Kornbildung.

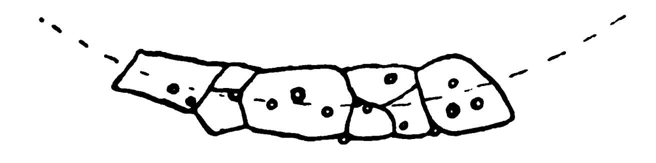
v. Drygalski hat beobachtet, dass in der Eisdecke auf Binnenseen die Luftblasen in verticale Reihen geordnet und zuweilen so angeordnet sind, dass ihre verschiedenen Reihen die Umrisse von Steinen am Boden an der Oberfläche abzeichnen, wie in einer Projektion, ebenso werden Spalten des Bodens auf der Eisfläche oben abgezeichnet, weil oft an solchen Stellen längere Zeit gleichmässig Luftabscheidungen am Boden erfolgen. Auch die Ränder neugebildeter Eisplatten, die sich unter die schon an der Oberfläche mit parallelen Basisflächen ansetzen, sind für die Anordnung der Luftbläschen wichtig. Im Allgemeinen ist die Ausscheidung von Luftbläschen aus dem Wasser besonders reichlich in der Nähe des Temperatur-Nullpunktes.

Luftausscheidungen der im Schmelzwasser oft bis zur Sättigung absorbierten Luft kommen in jeder Art von Eis vor: ganz frei davon ist keines; im Gletschereise sind Luftblasen sowohl, wo mehrere Körner zusammenstossen, wie auch im Innern der einheitlichen Körner, wo sie vor Schmelzung sicherer sind, als auf den Capillaren. Es ist interessant, dass sogar die Luft in den Poren des Gletschereises verdünnt ist, gegenüber gewöhnlicher Luft; wie Tyndall nachwies, entsteht diese Luft durch Schmelzen von Eis, und da das Eis einen grösseren Raum einnimmt, als das ihm entsprechende Wasser, so muss die Luft in der entstandenen Blase verdünnt sein.

Am reichsten an Luftblasen ist das weisse Gletschereis, das in Spalten aus Schnee hervorgegangen ist. Gelegentlich sind auch polygonal geformte Luftblasen an Körnergrenzen im Binnenseeeis beobachtet worden, und Mügge wies nach, dass Lufteinschlüsse parallel den Translationsflächen im Eise,

die in Prismen den Basisflächen entsprechen, angeordnet sein können.

In unseren Eiszapfen nun zeigen sie gewisse Gesetzmässigkeiten der Vertheilung. Durch die ganze Axe geht eine mehr oder weniger starke Zone mit grossen, oft dicht gedrängten Luftblasen, die an ihren schwarzen Rändern leicht erkannt werden. Das sie umgebende Eis ist sehr feinkörnig und hat die geringsten Dimensionen, die im ganzen Eiszapfen überhaupt vorkommen; sie sind alle noch isometrisch. Concentrisch um die Mitte herum und gewöhnlich in ungleichen Abständen von einander liegen Porenzonen, die im Querschnitt als Ringe, im Zapfen als Cylinder oder spitze Kegelformen erscheinen. Die Blasen sind bedeutend kleiner als die des Centrums, oft sich sehr dicht oder mit grösseren Zwischenräumen an einander reihend; sie liegen sowohl in den Eiskörnern wie an den Grenzen; das erstere aber ist häufiger, wie auch sonst diese Luftporen bei den Eiszapfen meist im Eiskorn zu liegen pflegen.



Textfigur 8.
Struktur einer concentrischen Porenzone aus dem Querschnitt eines Eiszapfens.
Vergrösserung 1 : 5.

An den concentrischen Porenzonen sind oft kleinere isometrische Felder als ein Ring, der mit der Porenzone zusammenfällt, entwickelt, während sowohl nach innen zur nächsten Porenzone wie auch nach aussen langgestreckte grössere Körner zu finden sind.

Je weiter nach aussen, um so regelmässiger legen sich die Krystallindividuen an einander nach ihren Begrenzungselementen, aber nicht nach ihrer inneren molekularen Orientierung, und doch gehen auch hier noch concentrische Porenzonen durch sie hindurch, ohne ihren krystallographischen Aufbau zu stören.

Die Luftporen führenden Zonen sind durch Eiskrystalle von einander getrennt, die keine Bläschen enthalten.

Die langen, prismatischen, gegen die Peripherie gelegenen Eiskrystalle sind fast ganz rein, wo nicht noch eine concentrische Porenzone sich in ihnen findet; das ist aber auch nicht immer der Fall, und diese äussere Zone, die in Textfigur 3 dargestellt ist, unterscheidet sich wesentlich von den inneren Zonen dadurch, dass nicht an ihr auch die Grenzen der Eiskrystalle liegen, wie innerhalb der inneren Zonen. Entweder liegen dort die Poren an den Grenzen der inneren und äusseren Reihe von prismatischen und radial angeordneten Eiskrystallen, oder, was in den weiter aussen gelegenen Porenzonen häufiger ist, sie liegen in kleineren, nicht prismatischen Körnern, die einzeln für sich oder zu mehreren die Breite der Zone einnehmen, wie das die Textfigur 8 zeigt.

Die nur zuweilen auftretende äusserste Porenzone, die auch noch concentrisch geordnet ist, enthält nun überhaupt keine selbständigen Eiskrystalle, sondern die von dem centraler gelegenen Porenkreis nach aussen strahlenden, langgestreckten Krystalle setzen sich auch ausserhalb der eingestreuten äussersten Porenzone bis zur Peripherie fort, ohne Störungen ihres optischen Verhaltens durch die Poren zu zeigen. Diese selbst sind meist sehr klein und nicht dicht gereiht. Wie wir sehen werden, sind es Wachsthumsvorgänge, welche diesen verschiedenen Charakter einer äussersten und mehrerer innerer Porenzonen bedingen.

Oft umzieht bei kleineren Zapfen nur eine Zone den Kern, es können aber bei grösseren Gebilden bis vier derselben ohne die felderlose, äusserste, entwickelt sein.

Die zwischen den Porenkreisen liegenden Krystalle sind immer ganz klar und ebenso wie die grösseren, äusseren Individuen fast ohne Luftporen.

An manchen Stellen sind auch Porenzüge radial von der Peripherie bis zum äussersten Luftblasenringe eingelagert, wie sie die Textfigur 2 zeigt; sie verlaufen radial gegen das Centrum hin, selbst wenn dieses excentrisch liegt, was meist der Fall ist.

Eine concentrische Anordnung der Luftblasenzonen ist

bislang nur von Hagelkörnern bekannt geworden, die Flügel[1] 1872 beschrieb. Die Hagelkörner, die 1870 am 10. September in Schleswig fielen, hatten 10 mm Durchmesser; sie hatten kegelförmige Gestalt und waren meist weiss und schneeartig; an der convexen Grundfläche war ein concentrischer Ueberzug von klarem Eise; an der Grenze beider war ein concentrischer Ring von zahlreichen, punktförmigen Luftbläschen zu sehen; diese Struktur war offenbar durch Wachsthums- und Entwickelungszustände der grossen Schlossen entstanden, wie dieselben auch bei den Eiszapfen der Grund der concentrischen Porenbildung sein dürften.

Wenn die Schmelzung die Zwischenräume und Capillaren zwischen den einzelnen Krystallindividuen erweitert, sieht man Blasen den Rissen entlang ziehen; man beobachtet Porenveränderung und schliessliches Verschwinden durch Absorption im Schmelzwasser oder durch Vereinigung mit der atmosphärischen Luft an der Oberfläche; ist die Luft entwichen, so bleiben sichtbare, runde Löcher an der Oberfläche übrig, die sich mit Schmelzwasser füllen.

In Folge der inneren Schmelzung werden, da das diathermane Eis Wärmestrahlen durchlässt, die von der dadurch erwärmten Luft der Poren diese selbst vergrössert und enthalten neben der Luft auch Wasser.

Da hier die Luft als das schmelzende Agens wirkt, und ihre Wirksamkeit naturgemäss an der oberen Fläche der Pore am stärksten ist, so tritt eine Aufwärtsbewegung ein und es entsteht ein Kanal, der unten mit Wasser gefüllt ist und oben die Luftblase enthält, die sich vergrössert, indem sie andere Luftblasen auf ihrem Wege aufnimmt und schliesslich durch eine offene Spalte entweicht. Emden hat festgestellt, dass ein derartiges Wandern nach oben auch den Luftporen der Gletscherkörner eigen ist.

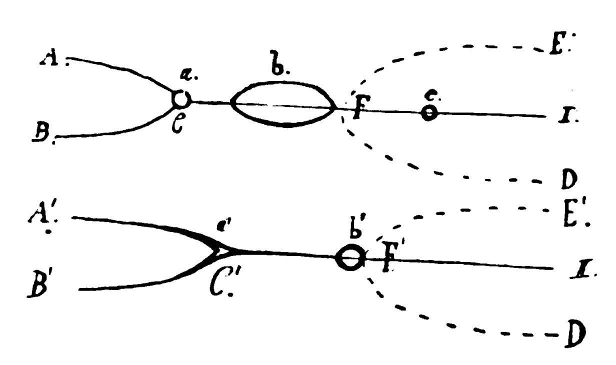
Das Wandern, die Formveränderung und das Verschwinden der Luftblasen zeigt die umstehende Textfigur No. 9, die nach den im Querschnitt eines grossen Eiszapfens

---

[1] Flügel, J. H. L.: Ueber die mikroskopische Struktur der Hagelkörner.
Poggendorff's Annalen, Bd. XXVI 1872 pg. 482.

vom Feldberg zwischen den langen, äusseren Eiskrystallen beobachteten Vorgängen gezeichnet wurde.

AC, BC und CF sind feine, im Schliffe erscheinende Capillarspalten. a ist eine Luftblase, die verschwand und einen mit Wasser gefüllten, die Spitze des Kornes ACB umgebenden Raum übrig liess (a').



Textfigur 9.
Veränderung der Luftblasen beim Schmelzen an den Capillarspalten in Eiszapfen.

Die Luftblase b blieb länger stabil, wurde allmählich kleiner und rückte auf dem Risse weiter bis an eine Stelle, wo die Grenzen EFD eines über- oder untergelagerten anderen Kornes, das erst beim Abschmelzen hervortrat, sichtbar wurden (b'), während die Spalte CF zwischen zwei Krystallprismen noch weiter lief bis über D.

Die ursprünglich ovale Blase b war rund geworden, und vor dem Verschwinden derselben war das Bild II entstanden, wobei eine dritte Blase c auf demselben Risse ganz ohne Bewegung, aber rasch verschwunden war. Zuletzt vereinigten sich noch a' und b' zu einer Luftblase und die Spalte zwischen beiden war deutlich erweitert.

Lässt man die Schliffe unter dem Mikroskop abschmelzen, so kann man sehr schön das Wandern der Blasen längs der Capillaren und ihre Form- und Grössenveränderungen beobachten, und es gewährt ein lebendiges Bild, diese an Protoplasmabewegungen erinnernden Bewegungsprozesse zu verfolgen.

Plötzlich sieht man die Blasen platzen, wenn die sie umschliessende Eishülle zu dünn geworden ist, und an Glet-

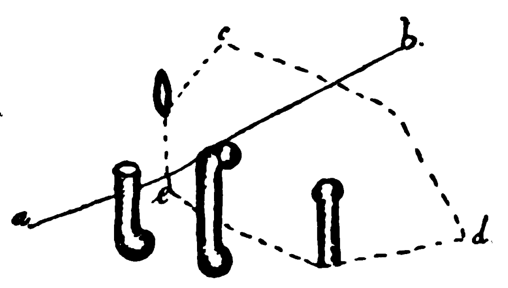
schern hört man beim Schmelzen der Oberfläche an sommerwarmen Tagen nach Heim ein dadurch entstehendes Knistern des Eises.

Jedenfalls kann die schon von Schlagintweit aufgestellte Behauptung, dass sich die Luftblasen wesentlich bei der Bildung der Körner des Gletschereises bilden, und auf die Gestaltung jeder freien Oberfläche einwirken, auch auf unser Zapfeneis erweitert werden. Das tritt noch deutlicher hervor, wenn wir die combinierte Wirkung, die Luftblasen, eindringendes Schmelzwasser und die Communication von Luftblasen hervorbringen näher betrachten.

Es entstehen Kanäle auf den Haarspalten an der Oberfläche, welche den Körnergrenzen folgen (siehe Tafel VI), und an gewissen Stellen reichen solche Kanäle radial weit in das Innere des Zapfens, wie die Textfigur 2 zeigt. Dieselbe Figur lässt auch den Zusammenhang erkennen, der zwischen Porenzonen und Kanälen besteht.

Von der äussersten, concentrischen Porenzone des innern Zapfens gehen senkrecht zu jener und in radialer Richtung Abzweiger ab, die unter dem Einfluss der Schmelzung an der Oberfläche rasch sich verbinden und eine röhrenartige Vertiefung entstehen lassen, deren Durchmesser zu 0,75 mm gemessen wurde, und deren Länge verschieden ist, aber 1,5 cm überstieg. Die Vertiefung mündet an der Oberfläche immer rund und etwas erweitert gegen den normalen Querschnitt.

Die in Verbindung durch einen Kanal getretenen Blasen bilden kugelige Köpfe dieser Kanäle, die ihnen ein eigenartiges Aussehen geben (Textfigur 10).



Textfigur 10.
Luftblasen und Kanäle im Bacheise.
a. b. Capillarspalte.
c. d. e. Grenzen eines Kornes.

Bald endigen sie an Capillarspalten, bald gehen sie unverändert über Korngrenzen hinweg; doch sind das besondere, wohl durch die Poren selbst bedingte Verhältnisse; sonst folgen im Allgemeinen, wie das die Tafeln III und V, am schönsten aber Tafel VI zeigte, die Rinnen den urprüng-

lichen Körnergrenzen, die bei Temperaturen in der Nähe vom Nullpunkt als Risse deutlich hervortreten, während sie bei niederen Kältegraden unsichtbar bleiben. Dieses Verhalten hat wohl zur Ansicht geführt, dass in Folge von Contraction und Dilatation bei Temperaturschwankungen die Risse sich bilden; es mag wohl eine Lockerung in geringem Grade eintreten, aber es muss betont werden, dass die Körnergrenzen nicht durch die Gesetze des mechanischen Druckes oder der Spannung bestimmt sind, sondern ausschliesslich durch die Krystallisationskräfte und die Gravitation.

Zuweilen sieht man auch das plötzliche Dünnerwerden eines Kanales in geringer Entfernung von der Oberfläche uud seine Fortsetzung radial nach innen eine schmale Spalte bildend, wie das in Textfigur 2 schematisch dargestellt ist. In solche grossen Kanäle dringt leicht warme Luft ein, sie erwärmt das Schmelzwasser und dieses erodiert weiter in dem Zapfen, unterstützt durch die Luftblasen und ihre Zonen. So wirkt dasselbe Wasser, das die Zapfen bei kalter Temperatur erzeugt, auch wieder zerstörend, wenn es warm ist.

Gegenüber den noch intakten Grenzen der Felder der Krystalle an der Oberfläche zeigen die Rillen der Oberfläche grössere Unregelmässigkeit der Umrisslinien; es liegt das offenbar mit daran, was Mügge bemerkte, dass die an den Capillarspalten sich berührenden, krystallographischen Orientierungen der zusammenstossenden Körner im Allgemeinen nicht gleichwerthig sind, und somit durch die Temperaturschwankungen verschiedene Wirkungen zu beiden Seiten der Spalte entstehen müssen. Auch die Tyndall'schen[1] Beobachtungen, dass einzelne Theile im Eise leichter schmelzen als andere, sei es aus Gründen der krystallinen Struktur oder anderen Ursachen, und dass z. B. das Seeeis in verschiedenem Grade nach verschiedenen Richtungen abschmilzt, gehören hierher.

Bei Temperaturgraden, die weit unter 0° C. liegen, ist der Zusammenhang zwischen den einzelnen Körnern gerade so stark, wie zwischen den Molekülen eines Krystallindivi-

---

[1] Tyndall, J.: On some physical properties of ice. Philos. Transact. Roy. Soc. London 1858 pg. 214.

dunms, das wird durch den muscheligen Bruch der ganzen körnigen Eismasse bewiesen.

Die Felder treten deshalb bei der Einwirkung von Wärme erst deutlich hervor, weil diese zuerst den Zusammenhang der Eiskörner in den Verwachsungsebenen trennt; nach Hagenbach-Bischoff[1] macht sich aber ein Unterschied geltend, wenn die beiden benachbarten Körner parallele Axenrichtungen haben; dann soll die Auflockerung nicht so rasch erfolgen, als wenn dieser Fall nicht eintritt. Die Theilchen zwischen grösseren Krystallen können in Folge ihrer labileren Gleichgewichtslage der Wärmeeinwirkung weniger widerstehen als der Krystall selbst, und daher werden auch grössere Körner isoliert.

Dass ferner die Schmelzung an der Oberfläche zunächst den Capillaren folgt, diese vertieft und dadurch feine Rinnen erzeugt, welche die Körnergrenzen deutlich hervortreten lassen, erklärt sich nicht allein daraus, dass längs der Capillarspalten eine geringere Cohäsion zwischen den aneinander stossenden Theilchen schon durch die Spalte selbst besteht, sondern auch durch die Eigenschaft des gefrierenden Wassers absorbierte Luft, feine Staubtheilchen und die Salze, welche jedes Oberflächenwasser in geringen Mengen enthält, beim Krystallisationsprozess an der Oberfläche abzuscheiden, so dass dadurch die Discontinuität zwischen zwei benachbarten Körnern noch verstärkt und dass durch diese heterogenen Körper und deren geringe Cohäsion der Widerstand gegen die Schmelzung viel geringer wird, als er in den in eine regelmässige Molekularstruktur zusammengeschlossenen Molekülen der Eiskörner vorhanden ist.

Einlagerungen von sehr feinen Quarzkörnchen, die offenbar durch Schmelzwasser aus dem an der Oberfläche verwitterten Gesteine entnommen und an ihre jetzige Stelle gebracht waren, wurden direkt durch Beobachtung auf Capillaren des körnigen Eises der Eisüberzüge auf den Oberflächen der kleinen Wasserflächen im Strassengraben, an Stellen, wo mehrere Körner zusammenstiessen, constatiert; nach Ab-

---

[1] E. Hagenbach-Bischoff: Weiteres über Gletschereis. Verhandl. d. Naturf. Ges. in Basal. Bd. III. 1886 pg. 821.

schmelzen des Schliffes blieb ein feines, körniges Pulver zurück, das sich durch seine schwache Doppelbrechung, den Mangel an Spaltbarkeit, die Farblosigkeit und die Form der Partikelchen als Quarz charakterisierte. — Heim wies in ganz klarem Gletschereis nach, dass darin feiner Staub enthalten ist und zwar in einem Liter Gletschereis die ansehnliche Menge von 2½ Gramm von kieseligem Sand und Staub.

Auf den Capillaren kann erst Wasser circulieren, wenn die Temperatur am Nullpunkte oder darüber ist, jedenfalls hängt der Betrag der Circulation auch im Gletschereis wesentlich von der Temperatur ab; durch Infiltrationsversuche mit Farbstoffen wurde diese längs der Capillarspalten nachgewiesen, und zwar geht nach Forel[1] die Infiltration Nachts schneller als am Tage, weil da die Capillaren voll Wasser sind, Nachts aber nicht. Das Eisindividuum selbst ist nicht infiltrationsfähig, und die Infiltrationswasser können die Blasen in den Krystallkörnern nicht erreichen. Die Korngrenzen sind nach Heim aber im frischen Eise bei niederer Temperatur so dicht geschlossen und vielleicht halb regeliert, dass keine Flüssigkeit durchgehen kann, wohl aber an den Kanten, wo drei Körner zusammenstossen und meist ein feiner, ungeschlossener Kanal bleibt.

Wie empfindlich die Eiskrystalle auf die Schmelzwärme reagieren und nach krystallographischen Richtungen Unterschiede in der Schnelligkeit des Vordringens des Schmelzprozesses besitzen, hat A. H. Waters[2] an einem schönen Beispiele eines Eissternes beobachtet. Zuerst verschwanden die vorstehenden Arme und es blieb ein mäandrischer Umriss, dessen vorragende Theile in der Richtung der verschwundenen Arme lagen; beim weiteren Abschmelzen bildete sich ein Hexagon, dessen Ecken ebenfalls wieder den ehemaligen sechs Strahlen entsprachen.

Seltenheiten sind Kanäle mit sechsseitigen, prismatischen Umrissen oder sechsseitigem Tafeltypus, wie sie Leydolt[3]

---

[1] Forel, F. A.: Le grain du glacier. Arch. d. Sciences phys. et nat. III. Ser. Vol. VII. Genève 1882, pg. 329 ff.

[2] Waters, A. W.: Certain lines observed in Snow Crystals. Mem. of the litt. and philos. Soc. of Manchester. III. Ser. Vol. VI. 1879, pg. 6.

[3] Leydolt, l. c. 1851, pg. 477.

in dicken Eiszapfen fand, und auch v. Drygalski's[1] Beobachtung am Süsswassereise, dass in einer Tasse gefrorenes Wasser in der Mitte ein Eiskorn enthielt, von dem radial kleine Eisplättchen ausstrahlten, an deren Rändern sich Luftblasen angesiedelt hatten, tritt nur unter solchen bestimmten Verhältnissen ein. An den Querschnitten der runden Eiszapfen waren radial gestellte Porenzonen, wie wir oben sahen, nur sehr untergeordnet vorgekommen.

Die Entstehung der Spalten und Rinnen an den Korngrenzen wird von Lohmann[2] auf eine Spaltung zurückgeführt, die sich am besten bei den Temperaturen nahe an 0° C. zeigt; bei Steigen der Temperatur über 0° C. tritt ein Schmelzen zunächst an den Rissen und Spalten auf, das sich allmählich ins Innere fortsetzt.

Die Spaltungen werden aus Spannungen erklärt beim Wechsel von Frost und Tauung als eine Folge des grossen Ausdehnungscoefficienten des Eises, und speciell von den Eiszapfen wird gesagt: „Bei den Eiszapfen ist vor Allem die Dimension der Länge bevorzugt. Dieses Gebilde wird sich zunächst der Länge nach verändern und hierdurch eine Spaltung auf der Oberfläche erhalten, die senkrecht zur Längsrichtung des Zapfens und ringförmig um ihn angeordnet ist. Dann ist aber auch sein Querschnitt den Veränderungen der Temperatur unterworfen. Die dadurch veranlasste stärkere Ausdehnung der Oberfläche im Verhältniss zur Mitte des Zapfens bringt eine Spaltung hervor, die sich radial nach dem Innern erstreckt. Das Endergebniss der Dimensionsänderung sind in diesem Falle Elementarzellen, die erstens nach der Mitte des Querschnittes gerichtet und darin ringförmig um den Zapfen angeordnet sind“.

Wenn in der That die Wabenstruktur nicht im Krystallwachsthum, sondern nur in mechanischen Prozessen ihren Grund hätte, so wären die Strukturen der Eiszapfen nicht zu erklären, woher sollte die Gesetzmässigkeit der radialen Form der Körner aussen und die der körnigen innen kommen?, was hätten die concentrischen Porenzonen für eine Bedeu-

---

[1] v. Drygalski: Grönland-Expedition. Berlin 1897, pg. 488.
[2] Lohmann, l. c. pg. 29.

tung bei einem solchen Prozess, und endlich wie erklärt sich der Wechsel innerhalb der concentrischen Porenzonen von breiteren und schmaleren Ringen von prismatischen Krystallen, die den Kern umgeben?

Man darf die Zellenbildung aber nicht als eine secundär durch Temperaturschwankungen entstandene Sprungbildung, wie sie etwa bei Glas unter Druck oder Stoss entsteht, auffassen, sondern muss daran festhalten, dass die verschiedenen Eisarten schon primär die Struktur bei der ersten Bildung angelegt und während des Wachsthums ausgebaut haben. So ist für jede Eisart eine Struktur charakteristisch, an der man sie leicht erkennen kann; im polarisierten Lichte ist diese Struktur bei jeder Temperatur zu constatieren und zwar in derselben Weise; es ändert sich nichts bei starker Abkühlung oder der Nähe des Nullpunktes der Temperatur. Die Felderstruktur oder Wabenbildung ist also keine Funktion der Temperaturschwankungen, sondern nur die Möglichkeit, sie mit freiem Auge zu sehen, ist davon abhängig und zwar so, dass in der Nähe des Nullpunktes und besonders bei beginnender, langsamer Schmelzung die Erscheinung des Mosaik der Krystallkörner, der Körner, Platten, Waben, Felderkörner oder wie man sie nun nennen will, am deutlichsten äusserlich hervortritt und bei geeigneten Umständen, wie z. B. in manchen Höhlen, fast immer zu finden ist.

Es ist in Folge davon auch abzulehnen, dass bei Eiszapfen zwischen den benachbarten Elementarzellen Umlagerungsvorgänge vor sich gehen, wie Lohmann meint, indem er sagt, dass bei den Eiszapfen die ringförmig gelagerten und keilförmig nach dem Innern sich verjüngenden, ersten Einzelkrystalle nach ihrer Vergrösserung ebenso angeordnete Zellen zeigen, wie in den ersten Elementarzellen, die sich krystallinisch einheitlich umgestalten und dann mit ihren Nachbarn zu vereinigen streben sollen. „Die Richtung dieser ersten Zellen senkrecht zur Oberfläche ist aber bereits festgelegt, und die Vereinigung zu grösseren Einheiten wird daran nichts ändern“ [1]. Dafür ist in der Struktur der Eis-

---

[1] l. c. pg. 39.

zapfen vom Feldberge kein Anhaltspunkt zu finden; denn die zuerst gebildeten Körner sind hier die kleinsten und richtungslosesten; wenn molekulare Vereinigungen und Richtungen stattgefunden hätten, müsste die Struktur davon etwas zeigen; die radiale Anordnung tritt im Embryonalstadium nicht und in jeder späteren Eiskrystallgeneration um so deutlicher auf, wenn ohne baldige Unterbrechung des Wachsthums grössere Krystallindividuen sich bilden können. Solche Unterbrechungen hat Lohmann auch wahrgenommen, aber er berichtet nicht von deren Einfluss auf die Struktur; vielleicht liegt das daran, dass bei den lange gleichbleibenden Bedingungen der Höhlenluft keine Veränderungen der Zapfenoberflächen eintreten, wie das in atmosphärischer Luft immer wahrscheinlich ist, schon in Folge der Luftströmungen und des Staubes.

Emden[1] aber beobachtete an Seeeis, dass eine Eistafel, die nicht durch einmaliges, sondern mehrmaliges Gefrieren entstanden war, aus Schichten bestand, deren jede ein besonderes System von Krystallen besass; auch die Luftporen im Eise, die lagenweise angeordnet sind, markieren nach Tyndall[2] die Grenzen aufeinander folgender Gefrierakte, die durch klares Eis ausgezeichnet sind.

Wenn wir diese Erfahrung zu Grunde legen, so würde an den Eiszapfen jeweils eine Krystallgeneration, deren äussere Grenzen einem Oberflächenstadium entsprechen, und die zumeist nur in der radialen Richtung aus einem, zuweilen aber auch zwei, selten drei Körnern bestehen, als Bildung einer solchen Gefrierperiode anzusehen sein. Das stimmt sehr gut mit dem Vorkommen der concentrischen Porenzonen, die Unterbrechungen des Wachsthums bezeichnen.

Wie haben wir uns nun auf Grund der eingehenden histologischen Untersuchungen das Wachsthum unserer Eiszapfen in den verschiedenen Ausbildungsweisen vorzustellen?

Die Form und Anordnung der Körner, ihre gegenseitigen Dimensionen, die Lage der eingeschlossenen Luftporen und

[1] Emden: Ueber Gletscherkorn. Denkschr. d. Schweizer naturf. Gesellschaft. Bd. XXXIII. Zürich 1892.

[2] Tyndall, J.: On some physical properties of ice. Philosoph. Transactions of the Roy. Society. London. 1858, pg. 214.

die „Nachtringe“, wenn ich die concentrischen Porenzonen so nennen darf, geben uns Aufschluss.

Verschiedene Strukturen der einzelnen Eisarten geben sichere Kunde von verschiedenen Vorgängen bei der Geburt und dem Heranwachsen der Eisarten, wenn auch die allein gemeinsame, das Gefrieren verursachende Kraft, die Temperaturerniedrigung auf 0° C. und darunter bildet.

Das Wachsthum der Eiskrystalle im stehenden oder leicht bewegten Süsswasser der Seen und Wasserbecken geschieht so, dass sich zuerst von den Ufern aus lange leistenförmige Eiskrystalle in verschiedenen Richtungen an der Wasseroberfläche ausdehnen, von denen Eisblätter in schrägen Richtungen in das Wasser reichen, und dass sich schliesslich die Zwischenräume mit sechseitigen Plättchen an der Oberfläche bedecken, die sich in die Tiefe vertical vergrössern, so dass Prismen durch die ganze Eisfläche entstehen, deren Axe senkrecht auf der Gefrieroberfläche steht; davon wird später noch die Rede sein.

Im Bacheise, das sich bei mehr oder weniger starker Bewegung des Wassers bilden muss, entstehen zuerst sechsseitige, tafelige Eiskrystalle, die sich parallel oder unter schiefen Winkeln an die Wasseroberfläche anlegen. Es entsteht so ein Gitterwerk, in welchem auch wieder Tafeln sich bilden, deren breite Flächen parallel der Oberfläche sich anordnen. Das Wachsthum geschieht dann sowohl durch Vergrösserung der Blattfläche, wie durch Dickerwerden nach der Tiefe.

Nach v. Drygalski[1] geht das Wachsthum zuerst rasch, dann aber langsam, und dasselbe gilt vom Meer- und Fjordeis. Dieses letztere unterscheidet sich aber wesentlich vom Binnenwassereise durch die andere Lage der Krystallbündel, die auch aus sechsseitigen Tafeln aufgebaute Prismen bilden. aber mit der Axe nicht senkrecht, sondern parallel zur Wasseroberfläche liegen.

Das Gletschereis geht aus dem Firnschnee durch Uebergang in Firneis, das aus Firnschneekörnern, die mit Eis zu einer compacten Masse cementirt sind, besteht, in das ächte

[1] v. Drygalski: Grönland-Expedition. Kap. XVII, pg. 475 ff.

Gletschereis über; das Eiscement verschwindet beim Uebergange in das klare, deutlich körnige Gletschereis, und nach Emden bildet so das Firnkorn den Kern des späteren Gletscherkornes, das, je weiter es im Gletscher abwärts gelangt, um so grösser wird; das Wachsthum geschieht nach einer Ansicht durch molekulare Umlagerung von Eistheilchen, wobei grössere Körner auf Kosten der kleineren wachsen, und die Geschwindigkeit des Wachsthums ist nach Emden eine Funktion der Temperatur; nach anderen aber ist zum Wachsthum des Kornes ein Uebergang in flüssigen Zustand und Regelation nöthig, um den Vorgang zu erklären.

Nach Spring's schönen Untersuchungen lässt sich zwischen festem und flüssigem Aggregatzustande keine scharfe Grenze ziehen und beide sind nur graduell — durch die Intensität der inneren Reibung — unterschieden. Die Moleküle innerhalb fester Körper besitzen eine gewisse Bewegungsfreiheit und nur dadurch kann es ermöglicht werden, dass Umwandlungen, z. B. polymorphe, in festen Körpern vor sich gehen, ohne dass auch nur Spuren von Flüssigkeit mitwirken. Durch starken Druck erhalten viele Körper im festen Aggregatzustande eine erhöhte Fähigkeit in einander zu diffundieren, so dass sie feste Lösungen im Sinne von van 't Hoff bilden.

Es scheint möglich, dass solche Vorgänge beim Wachsthum der Gletscherkörner eine Rolle spielen, und dass die v. Drygalski'sche Annahme der Nothwendigkeit einer Druckverflüssigung als Uebergangsstadium entbehrlich ist.

Es ist hier nicht der Ort, auf diese viel umstrittenen Fragen einzugehen, da sie für das Wachsthum der Körner der Eiszapfen nicht in Betracht kommen.

Es seien nur zwei allgemeinere Gesetze angeführt, die für jede Eisbildung, also auch für die Eiszapfen Gültigkeit haben und uns wichtige Anhaltspunkte für die Entstehung der eigenthümlichen Strukturformen der beschriebenen Eiszapfen geben.

Bei sehr raschem Krystallisieren des Eises entsteht das sogenannte weisse Eis, das bis zu 6 % Luft als Blasen eingeschlossen enthält, und nach Emden's Untersuchungen an Gletschereis wissen wir, dass sich in bestimmter Zeit kleinere Krystalle von Eis bei weit unter 0° C. befindlicher, als bei

höherer, dem Nullpunkt näher liegender Temperatur bilden. Die Geschwindigkeit des Kornwachsthums ist also eine Function der Temperatur.

Ferner zeigen nach Tyndall Schichten, in denen Luftblasen in grösserer Menge angesammelt sind, ohne Zweifel die Grenzen der aufeinander folgenden Vorgänge des Gefrierens an und zwischen Lagen mit Blasen sind solche von klarem Eise am Seeeise zu beobachten.

Nach Lohmann's Erfahrungen am Höhleneise befördert ein Wechsel von Schmelzen und Gefrieren die Bildung des Eises mit Wabenstruktur; bei Eisbildungen von gleicher Ausdehnung in Länge und Breite entstehen mehr isometrische Felderformen an der Oberfläche; bei hängendem und stehendem Eise aber sowohl, wie bei den Säulen, die höher sind als lang und breit, sind mehr die tafeligen Lamellen quer zur Längsausdehnung entstanden.

Noch während des Druckes dieser Arbeit erhielt ich durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Professor Forel in Morges einige Gypsabgüsse von Eiszapfen, die Herr Ingenieur Mercanton abgenommen hatte. Es sind Stücke der Oberflächen von Zapfen, die etwa 3—5 cm im Durchmesser stark gewesen sein mögen.

Nach gütiger brieflicher Mittheilung von Herrn Ingenieur Mercanton in Lausanne sind die Stalaktiten Ende März 1901 gebildet worden und waren während einiger Tage schwachen Temperaturschwankungen um den Nullpunkt ausgesetzt bis die Krystallinekörnerstruktur deutlich hervortrat.

Im Allgemeinen ist der Charakter der Felderbildung derselbe, wie an den Eiszapfen vom Schwarzwalde. Nur scheinen mir die Felder viel unregelmässiger zu sein; kleine und grössere Felder wechseln viel unregelmässiger, und auch die Grenzlinien weisen vielfach Einbuchtungen, Vorsprünge und hakenartige Gebilde auf, die an den Feldbergzapfen fehlten; an diesen waren die Umrisse viel mehr eckig und von einer gewissen Regelmässigkeit. Bemerkenswerth ist auch, dass an den Gypsabgüssen sich Krystallindividuen zeigen, die eine deutliche Längsentwickelung der Form und zwar in der Richtung parallel zur Zapfenaxe besitzen, während solche langgestreckte Felder an den Zapfen des Feldberges

nur in horizontaler Lage, also senkrecht zur Zapfenaxe beobachtet wurden. Der Abguss eines Querschnittes zeigt grosse, radial gestellte, nach dem Centrum hin sich verjüngende Lamellen; sie erreichen fast die Mitte, deren Verhältnisse aber nicht deutlich zu sehen sind. Concentrische Ringe von Krystallkörnern aber fehlen ganz.

Diese Unterschiede mögen sich durch Verschiedenheiten in den Bedingungen erklären, die das Wachsthum beeinflussten, wie z. B. ein rascheres Wachsthum nach unten als in radialer Richtung an den Zapfen. Es wäre von Interesse, in der Zukunft noch weitere solche Beobachtungen unter Berücksichtigung der Wachsthumsbedingungen anzustellen, und es sei hiermit die Aufmerksamkeit auf diesen Punkt gelenkt.

Am sogenannten Bandeis der Höhlen, welches durch Schmelzwasser entsteht, das an schräger Fläche einer Spalte oder Kante folgt, constatierte Lohmann [1] nur parallele Lamellen, die 5 mm bis 1 cm Dicke erreichen konnten und die immer senkrecht zur grössten Ausdehnung standen; es ist das dieselbe Erscheinung, die oben von den plattigen Eiszapfen beschrieben wurde.

Ueber das Wachsthum der Stalaktiten ist die genaueste der bekannten Angaben die von Thury [2], der beobachtete, dass sich diese durch successiv aufeinander folgende Schichten von verschiedenem Alter vergrössern; indem das Schmelzwasser an ihren Seiten entlang fliesst, friert es mit diesem zusammen unter Umständen, die nicht dieselben sind, wie die der regulären Krystallisation.

An den Eiszapfen des Feldberges sind nun unter Berücksichtigung der angeführten Gesetze folgende complicirteren Vorgänge des Wachsthums eingetreten.

Wenn ein Eiszapfen sich zu bilden beginnt, muss Wasser in tropfenförmiger Gestalt an einem Vorsprunge oder einer Kante gefrieren; nachdem das eingetreten ist, muss neues Wasser hinzukommen; es fliesst an die unterste Stelle der vorher gebildeten Knospe, verlängert diese durch Gefrieren,

---

[1] Lohmann l. c. pg. 22.

[2] Thury: Études sur les glacières naturelles. Arch. d. Sciences phys. et. natur. Nouv. Série. Vol. X. Genève 1861. pg. 97.

und auch der Durchmesser musc washsen, dass schliesslich ein Zapfen entsteht.

Schon vom ersten Wassertropfen ab, der erstarrt, findet eine Luftausscheidung aus dem zum Gefrieren gelangenden Schmelzwasser statt, da dieses beim Schmelzen und einiger Erwärmung Luft, und zwar bis zur Sättigung absorbiert. Nur an den untersten Theilen der Knospe und des jungen Zapfens wird mehr Wasser gefrieren als an den Seiten, daher das intensivere Wachsthum nach unten, dessen Betrag bedeutend die Querdimensionen übertrifft; aber auch die Luftblasen, die an der kleinen unteren Fläche beim Gefrieren ausgeschieden werden und das Bestreben haben, nach aufwärts zu gehen, können nicht weiter gelangen als bis an die untere Grenze der zuletzt gebildeten, untersten, horizontal oder convex geformten Eisschicht; sie bleiben dort haften und werden vom Eise theils umschlossen, theils liegen sie auf Körnergrenzen. An dieser Stelle der centralen Axe des späteren Zapfens sind die Bedingungen für isometrische Körnerbildung gegeben: nach allen Richtungen der Seite wie nach unten kann Krystallisation frei stattfinden, und nach oben ist der Raum versperrt. Der am kleinen Zapfen nur geringen Wassermenge entspricht die Kleinheit der Krystalle der innersten Zone, die regellos angeordnete Körner bilden, zwischen und in denen die grossen Luftblasen liegen. Ist dieser centrale Kern gebildet und wächst der Zapfen nach abwärts, so muss die Folge sein, dass die Axe des Zapfens allein und constant durch diese kleinen, isometrischen Körner mit den verhältnissmässig grossen Blasen ausgezeichnet ist, wie das auch der thatsächliche Befund zeigt.

Das von oben kommende Schmelzwasser kann nur durch Fliessen über die Seitenflächen des entstehenden Zapfens an dessen Spitze gelangen, und durch den Einfluss der Schwerkraft wird während einer Schmelzperiode im Schnee, der das Schmelzwasser liefert, das meiste Wasser an die Spitze des Zapfens vordringen und bei starkem Wasserbetrage auch abtropfen; wird aber die Temperatur im Wasser unter den Nullpunkt abgekühlt, so vereinigt sich das entstehende Eis mit dem des Zapfens und zwar in geringerem Grade an den Seitenflächen als am Ende desselben.

Das Schmelzwasser kommt aus wärmeren Luftlagen, in denen eben Schmelzung möglich ist; es wird selbst etwas erwärmt, und an den Tagen, als die schönen Felderstrukturen beobachtet wurden, war Mittags die Temperatur auch in der Umgebung der Zapfen über 0° C.; vielfach rieselte und tropfte Wasser an den Zapfen herab, aber nicht an allen Stellen; wo z. B. kein Schmelzwasser von oben hinkam, war die Oberfläche nur feucht aber ohne fliessendes Wasser. An solchen Tagen, an denen Schmelzwasser überhaupt an jenen geschützten Stellen entsteht, muss Abends ein Temperaturgrad kommen, an welchem nicht nur das Wasser am Zapfen auf 0° C. abgekühlt wird, sondern auch in seiner ganzen noch vorhandenen Menge gefrieren muss, und zwar nicht allein unten, sondern auch an den Seitenflächen. Solange das Wasser überhaupt noch zu fliessen vermag, wird eine Vergrösserung des Zapfens stattfinden, und erst, wenn auch oben das Schmelzwasser erstarrt, erhält das Wachsthum keine Zufuhr mehr. Das dürfte in manchen Nächten der ersten Hälfte des Januar mit grossen, nächtlichen Abkühlungen nach kurzer Zeit der Fall gewesen sein, jedenfalls kann nicht die ganze Nachtzeit, in der die Lufttemperatur unter 0° C. war, für die Eiszapfenbildung in Betracht kommen.

Anders mag es sich in Nächten verhalten, in welchen die nächtliche Abkühlung nicht weit unter 0° C. geht oder wie in den Tagen vom 8.—21. Januar, an welchen das Minimum der nächtlichen Lufttemperatur in Todtnauberg direkt an 0° C. oder um ein ganz Geringes darunter lag. In der Höhe des Zapfenvorkommens mag es ja kälter geworden sein, aber es waren jedenfalls auch die warmen Luftströmungen der hochgelegenen Flächen von milderndem Einflusse. Jedenfalls wird je nach den Temperaturverhältnissen, die am Tage geherrscht haben und Nachts eingetreten sind, von einer gewissen Zeit ab das Eiswachsthum beginnen, indem aus dem noch rieselnden Wasser schon Theilchen an der Zapfenoberfläche durch Angefrieren festgehalten werden, ebenso wie unten, wo überschüssiges, noch nicht gefrorenes Wasser abtropfen kann; diese Bewegung wird aber immer mehr zum Stillstand gebracht; alles von der Erwärmung des Tages herrührende Schmelzwasser, das die Zapfen erreichen konnte, ist erstarrt;

es hängt nur von jenen Umständen ab, ob ein Wachsthumsstadium länger oder kürzer andauert.

Die nun an den Seitenflächen auskrystallisierten Eismoleküle bilden Körner, die sich an die Grenzen der zuletzt gebildeten Eisgeneration in unregelmässiger Weise, nicht in gleicher krystallographischer Orientierung anlegen. Manche Eisarten, die aus Wasser hervorgehen, haben eine Neigung, stengelige Aggregate senkrecht zur Gefrieroberfläche zu bilden. ohne dass indessen auch immer die optische Axe ebenso gerichtet zu sein braucht.

Auch hier stellen sich schon am noch jungen Zapfen die Eiskrystalle in ihrer äusseren Form radial, da die Körner nur in dieser Richtung die Möglichkeit haben, sich auszudehnen. Dass von einer inneren krystallographischen Orientierung z. B. der optischen Axen nach derselben radialen Richtung keine Rede sein kann, haben die mikroskopischen Untersuchungen ergeben. Die sich bildenden Körner sind ganz regellos gelagert in ihrem Molekularbau, und nur ihre äussere Form ist stengelig-radial in Folge der gegenseitigen seitlichen Wachsthumsbehinderung der einzelnen Krystallindividuen.

Hatte das Wachsthum in Folge zu grosser Temperaturerniedrigung nach einer längeren oder kürzeren Wachsthumsphase aufgehört, so war die neue Oberfläche des gebildeten Zapfen den Einflüssen der atmosphärischen Luft und ihren Schwankungen längere Zeit ausgesetzt.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass im ersten Theile des Monates, in welchem die Tagesmaxima der Luft in Todtnauberg, das 200 m tiefer liegt, sogar unter 0° C. blieben, kein Schneeschmelzen am Tage eintrat und die Zapfen keine Vergrösserung am Abend erhielten. Solcher Tage lagen sechs hintereinander in Todtnauberg, und auf der Höhe der Eiszapfenfundstelle mögen es ihrer noch mehr gewesen sein. Andererseits waren vom 8. Januar ab die täglichen Luftmaxima mehrere Grade, sogar bis 8° C., über 0° C. und die nächtlichen Abkühlungen nur sehr gering; sie hielten sich meist zwischen —0,3° C. und —3° C.

Diese Witterungslage muss natürlich grossen Einfluss auf die Wachsthumsverhältnisse der Zapfen gehabt haben, den wir uns so vorstellen können.

Schmelzwasser bildet sich reichlich am Tage; es wird in gewissen Fällen sogar so warm noch auf die Zapfenoberflächen kommen, dass es von diesen abzuschmelzen vermag; unsere Tafeln geben Zeugniss davon.

Das Schmelzwasser wird bis lange in den Abend hinein fliessen und sich nur sehr allmählich abkühlen; die Zeit des Beginns der Vergrösserung der Zapfen durch Angefrieren neuer Theile ist hinausgerückt, wenn nicht ganz ausgefallen. Es kann derart eine Zeitperiode eintreten, in der die Zapfen lange den äusseren Einflüssen ausgesetzt sind, ohne weiter zu wachsen.

Diese Perioden der Stagnation des Wachsthums, die von einem bis zu mehreren Tagen andauern können, sind für den Aufbau der Eiszapfen insoferne von Wichtigkeit, als in ihnen die Erklärung der Entstehung der concentrischen Porenzonen der Eiszapfen liegen dürfte.

Sind die Eiszapfen der Wirkung der atmosphärischen Luft frei ausgesetzt, so wird bei niederem Feuchtigkeitsgehalt der Luft Eis verdunsten; an den Tagen vom 13. Januar ab war der relative Feuchtigkeitsgehalt der Luft Abends gering; wenn ferner über Tags gelegentliche Strömungen warmer Luft eintreten, was bei der starken Erwärmung der Luft über den Hochflächen und der Temperaturumkehrung, die 12 Tage lang anhielt, nicht ausser den Grenzen der Möglichkeit liegt, so werden durch leichte Anschmelzung besonders die an den Körnergrenzen gelegenen Theile etwas vertieft und es müssen kleine Unregelmässigkeiten entstehen; auch Staub wird sich ablagern. In den Vertiefungen befindet sich Luft, und wenn wieder Schmelzwasser über die Oberfläche läuft und da gefriert, werden in zahlreichen Fällen Luftporen dadurch entstehen müssen, dass die Luft an den kleinen Unebenheiten haftet, umwachsen oder von neu gebildetem Eise eingeschlossen wird.

Wir sehen daher eine Anreicherung von Luftbläschen sowohl an den Körnergrenzen, wie in den an der Oberfläche neu entstandenen Körnern, deren Vertheilung der alten Zapfenoberfläche parallel läuft und im Querschnitte als concentrischer Ring erscheint.

Die weitere Eiskrystallisation setzt sich nach aussen

hin in radialem Sinne fort, nachdem ein Theil der an der ehemaligen Oberfläche haftenden Luft eingeschlossen ist, und bildet wieder prismatische Krystalle, die je nach der Dauer der einheitlichen Wachsthumsperiode länger oder kürzer werden, keine Luftporen mehr enthalten und bis zur nächsten, weiter aussen gelegenen Luftporenzone reichen. Diese entspricht selbst wieder einer Oberfläche, die eine gewisse Zeit lang ohne Wachsthum exponiert war und in derselben Weise wieder zu einem höheren Luftblasengehalt der an ihr entstehenden jüngeren Eisbildungen Anlass gab.

Die Vorgänge sind nicht so einfach, wie sie schematisch geschildert wurden; es wird vom Schmelzwasser Luft absorbiert und an anderen Stellen, wo es gefriert, wieder abgeschieden, bis die gesamte an der Oberfläche haftende Luft entwichen oder zur Blasenbildung verbraucht ist. Dass nicht das Schmelzwasser selbst in Folge eines zeitweise grösseren Gehaltes an absorbierter Luft diese Porenzone bilden kann, zeigt das regelmässige Weiterwachsen der luftfreien Eiskrystalle nach aussen, die prismatische Formen annehmen, bei denen ganz reines Wasser zur Krystallisation kommt.

Dagegen da, wo noch an der alten Oberfläche viele Lufteinschlüsse das regelmässige Krystallisieren stören, sind die Krystalle kleiner und mehr von isometrischer Körnerform, obwohl, wie Textfigur 8 und 3 zeigen, auch Körner vorkommen, die in radialer Richtung grössere Durchmesser besitzen, als in der Richtung quer dazu.

Derartige Porenzonen, welche Unterbrechungen des Wachsthums der Zapfen und Erneuerung desselben nach einer gewissen Zeitperiode, während welcher die Zapfenoberfläche den Wirkungen der atmosphärischen Luft ausgesetzt war, andeuten, wurden in verschiedener Zahl, bis zu vier in gleicher concentrischer Lage beobachtet; wenn schliesslich der innerste Theil mit den groben Luftporen des Kornes im ausgebildeten Zapfen excentrisch und nicht in der Mitte lag, so war das nur durch das ungleiche Wachsthum der langen, äussersten, stengeligen Krystalle auf verschiedenen Seiten des Zapfens bedingt, und es ist auch leicht einzusehen, dass an einem dick gewordenen Zapfen dieselbe Menge Schmelzwasser nur gewisse Seiten, z. B. die Aussen-

seite, bevorzugen wird und nicht mehr gleichmässig den ganzen Zapfen umziehen und berieseln kann, wie das bei kleineren derartigen Gebilden noch der Fall ist.

In diesen äussersten, längsten, stengeligen Krystallen, welche allgemein keine Unterbrechungen des Wachsthums mehr an Feldergrenzen erkennen lassen, unter sich aber vielfach auskeilen, ist nun in manchen Fällen auch noch eine zu den im Innern gelegenen Zonen concentrische Porenzone zu finden, die sich aber von jenen wesentlich dadurch unterscheidet, dass an ihr keine Körnergrenzen liegen, die auch im concentrischen Sinne verlaufen würden; nur die radialen Grenzen der stengeligen Krystallindividuen gehen durch sie hindurch, ohne dass das optische Verhalten der langen Lamellen die geringste Störung zeigte. (Siehe die Figur 3 auf Seite 25.)

Diese Poren waren viel schwächer entwickelt und von weiten Zwischenräumen unterbrochen; sie haben jedenfalls nicht die Bedeutung der inneren, concentrischen, durch eigene Krystallgeneration ausgezeichneten Porenzonen und dürften ihrer Entstehung nach auf eine nur ganz kurze Unterbrechung des Wachsthums, nach der ungestörtes Weiterwachsthum der einzelnen Krystalle erfolgte, zurückzuführen sein; denn für einen plötzlich eintretenden und ebenso rasch wieder verschwindenden höheren Luftgehalt der zur Krystallisation kommenden Schmelzwasser ist kein ersichtlicher Grund anzugeben.

So sehen wir die Wachsthumsphasen in der Struktur ausgedrückt, wie in den Jahresringen der Bäume; nur entsprechen hier die Wachsthumsphasen nicht gleichen Zeiträumen, ebensowenig wie Perioden der Unterbrechung des Wachsthums als gleich lange dauernd betrachtet werden können; für alle diese Unterschiede zeigt sich ein bestimmter Ausdruck in der Struktur des Zapfens, und wenn während der ganzen Bildungsperiode an Ort und Stelle genaue Aufzeichnungen der Temperatur der Luft möglich gewesen wären, so würde der Zusammenhang erwiesen worden sein, der jetzt nur aus dem Studium der Struktur erschlossen werden kann.

Das Höhleneis mit der schönen Wabenstruktur ist unter

Verhältnissen entstanden, in welchen der Wechsel von Schmelzung und Weiterwachsen nicht wie in den Eiszapfen zum Ausdruck kommt; es fehlen dort solche concentrische oder periodische Bildungen von Luftporenzonen, und Lohmann gibt auch in Uebereinstimmung damit an, dass in den Höhlen keine Schmelzungen während langer Zeit stattfinden; erst wenn die Lufttemperatur über den Nullpunkt gestiegen ist, beginnt sich die Wabenstruktur dort zu zeigen; zuweilen haben die Höhlenwände eine höhere Temperatur als die Luft der Höhlen, und dann sieht man die Struktur auf der Oberfläche nicht, wohl aber beim Ablösen des Eises auf der Unterseite.

Sehen wir uns nach anologen Eisbildungen um, bei denen auch eine Periode des Wachsthums mit einer des Stillstandes der Vergrösserung wechselt, bis wieder erneute Belebung des Wachsthums durch frische Stoffzufuhr erfolgt, so bieten sich zunächst nur die Hageleisbildungen zum Vergleiche.

Für diese Art der Eisbildung sind interessant die Beobachtungen von Huntington[1], Symons[2] und Abich[3]. An Hagelkörnern kamen scharf begrenzte Krystallflächen vor, die doppelte, hexagonale Pyramiden bildeten, ähnlich den Formen des Quarzes; in anderen Fällen sitzen auf dem radial-strahlig gebauten Hagelkorn an der Oberfläche schöne, grosse, prismatische Krystalle, die $^1/_8$—$^1/_4$ Zoll gross wurden, und deutliche Endflächen besassen; ähnliche Gruppen hat Abich von einem Hagelfall in der Nähe von Tiflis abgebildet, und diese Bildungen sind wohl die interessantesten, die bisher bekannt geworden sind.

Es kann in diesen Fällen darüber kein Zweifel bestehen, dass zwei Eisgenerationen von verschiedenem Charakter auf einander folgten. Zuerst bildete sich das radial-faserige, runde Hagelkorn, dessen Individuen von Eiskrystallen langstengelig und ohne Entwickelung von äusseren Krystallflächen sind; offenbar verlief der Krystallisationsvorgang bei

---

[1] Huntington: Hailstones of peculiar form. The American Journal of Science. III. Ser. Vol. XL. 1898, pg. 176.

[2] Symons: Remarcable Hailstones. Nature Vol. XLI. December. 1889, pg. 134.

[3] Abich: Ueber krystallinischen Hagel im Thrialethischen Gebirge. Tiflis 1871.

dieser Bildung sehr rasch und energisch; die einzelne Moleküle konnten sich nicht in Ruhe ordnen, und bei der grossen Zahl der Krystallisationspunkte, von denen rasches Wachsthum ausging, verhinderten sich die Individuen gegenseitig am Dickenwachsthum, und nur in radialer Richtung war Weiterwachsthum möglich, so dass ein kugeliges Korn entstehen musste. Dieser Vorgang war abgeschlossen; das Korn muss darauf unter andere meteorologische Verhältnisse gekommen sein, welche ein Auskrystallisieren von Eis, das nur dem Wassergehalt der Luft entnommen werden konnte, unter ruhigen Bedingungen und verhältnissmässig langsam gestatteten; nur so konnten ganz unabhängig von der Struktur des Hagelkornes auf der Oberfläche desselben Krystallgruppen von ganz anderem Typus und scharfer, regelmässiger Ausbildung der Begrenzungselemente entstehen, die den Kern kranzförmig umfassen.

Offenbar war das Korn aus den Luftschichten seiner Entstehung in andere gelangt, in denen es, nach der Grösse der zweiten Generation der Eiskrystalle, welche die erste sogar übertrifft, zu schliessen, eine längere Zeit sich bewegte, bis die zweite Krystallbildung in Ruhe beendet war. Abich's Bilder zeigen an drei Körnern die Krystalle überall auf der Oberfläche des Hagelkorns; aber in einem Kranze, der den Rand der abgeplatteten Kernmasse umgibt, sind sie am stärksten entwickelt; aber auch am Umfange dieses Krystallkranzes sind die Krystalle in einer Richtung stärker angehäuft und grösser, als auf der entgegengesetzten Oberfläche und es scheint, dass diese letztere die bei der Bewegung des Kornes durch die Luft nach hinten gelegene Seite gewesen sein mag, die das Krystallwachsthum weniger begünstigte als die Vorderseite

Beobachtet man doch, dass die Nadeln des Rauhreifes an Zweigen von Tannen oder an Holzgittern immer der Windrichtung entgegen liegen und die Leeseite, wenn nicht ganz frei, so doch mit weniger grossen und zahlreichen Individuen bedeckt ist.

Es stehen damit die Beobachtungen von E. D. Clarke[1]

---

[1] Clarke, E. D.: Upon the regular Crystallisation of Water and upon the form of its primary Crystals.
Transact. Cambridge philos. Soc. 1822. Vol. I, pg. 209.

in Uebereinstimmung, der es zuerst ausspricht, dass regelmässige Krystallisation der Schneesterne nur bei ruhiger Atmosphäre stattfinde, und dass die nur wenig unter 0° C. gelegenen Temperaturen das Grössenwachsthum der Krystalle begünstigen. Die Anziehungskraft der Moleküle auf einander darf nicht plötzlich, stark und stürmisch wirken, wenn eine regelmässige Anlagerung nach geometrischen Richtungen stattfinden soll. Er hatte das Glück, ausserordentlich regelmässig gebildete, atmosphärische Eiskrystalle zu finden, die wie Stalaktiten an die Unterlagen angeheftet waren und glänzende, stark das Licht reflectierende Flächen besassen. Es waren Rhomboeder von über 1 Zoll Grösse gebildet, deren Kantenwinkel constant 120° und 60° betrugen. Beim Abschmelzen der Krystalle traten immer wieder dieselben Ebenen mit Winkeln von 120° bezw. 60° auf, so dass erwiesen war, dass überall in den Krystallen gleiche, parallele Anordnung von kleinen Rhomboedern herrschte. Diese Rhomboeder sind die primäre Form und durch ihre Gruppierung können sie die hexagonalen Prismen und Pyramiden zusammensetzen, ähnlich wie Würfelchen von Kochsalz in treppenförmigem Aufbau hohe Oktaeder aufbauen und ein Bild bieten, wie die Oberflächen der alten Pyramiden Aegyptens im Grossen.

Radial strahligen Bau mit dem Wechsel verschiedener concentrischer Lagen bildet auch Schmidt ab [1] an Hagelkörnern, die sich ebenso wie die Eiszapfen nur durch Zuwachs von aussen vergrössern können. Um einen kleinen Kern legte sich eine strahlige Eismasse und darum wieder einige durchsichtige Eisschalen, welche dichtes Eis in Höckern trugen und durch strahlige Streifen getrennt waren.

Eine optische Untersuchung der Hagelkörner verdanken wir Flögel.[2]

In den Theilen mit radiärer Anordnung der Eisnadeln gegen das Centrum, war auch dieselbe Anordnung der optischen Axen zu vermuthen, aber es zeigte sich, dass genau wie bei den radialen Stengeln der Eiszapfen eine ganz unregelmässige Axenlage in den Körnern vorhanden war.

---

[1] Schmidt, E. E.: Lehrbuch der Meteorologie. Leipzig 1860, pg. 763 ff.

[2] Flögel, J. H. L.: Ueber die mikroskopische Struktur der Hagelkörner. Poggendorff's Annalen. Bd. XXVI. 1872, pg. 482.

Trotz der Neigung der Eiskrystalle stengelige Gebilde senkrecht zur Gefrieroberfläche zu bilden, kommt es doch nie bei den radial-strahligen Aggregaten, wie Eiszapfen und Hagelkörnern zu einer regelmässigen Orientierung der optischen Axen. L. Dufour [1] versuchte Eisbildung unter den Bedingungen herzustellen, unter welchen sich sogenannte schwebende Krystalle, bei welchen die Krystallisationskraft nach allen Richtungen frei wirken kann, bilden; er kam zu interessanten Resultaten, die er auf die Hagelbildung als ganz ähnlich überträgt; abgesehen von den allgemeinen meteorologischen Verhältnissen, welche in der heissen Jahreszeit zur Hagelbildung führen, geht die Eisbildung selbst so vor sich, dass in der bewegten Hagelwetterluft Körner gefrieren und sich umfrieren, so dass sich Schlossen aus Schalen bilden. Der Hagel bildet sich wahrscheinlich, wenn die in bewegter Luft schwebenden Wasserkügelchen nicht eher gefrieren, als bis sie unter 0° C. erkaltet sind. Die Verdichtung und das Gefrieren des Wasserdampfes an ihrer Oberfläche trägt zu ihrer Vergrösserung bei; auch bei ihnen sind verschiedene Phasen des Wachsthums unter verschiedenen Bedingungen und von ungleicher Dauer nachweisbar; diese Veränderungen finden ebenfalls in strukturellen Charakteren ihren Ausdruck, und hinsichtlich des Strukturensystems stehen die Hagelkörner den Eiszapfen am nächsten; der wesentlichste Unterschied liegt in der Wirkung der Gravitation, welche den letzteren ihre gestreckte Form gibt, die bei den anderen fehlt. Aber die Analogie der Strukturen ist unverkennbar.

III. Einige Bemerkungen über Eisbildung in Glasschalen.

Im Laufe der Untersuchung des Eises der Zapfen und anschliessender Litteraturstudien wurden auch Eispräparate untersucht, die aus Eis stammten, das sich während der kalten Nächte in flachen, runden Glasschalen gebildet hatte, und die noch zu einigen Bemerkungen Anlass geben.

In einem Glasschälchen von 17 cm Durchmesser, dessen Wände senkrecht auf der Bodenfläche standen, erhielt ich

---

[1] Dufour L.: Ueber das Gefrieren des Wassers und die Bildung des Hagels. Poggendorff's Annalen. IV. Reihe, Bd. XXIV (114) 1861. pg. 530.

in der Nacht vom 7. auf den 8. Februar, in der die Temperatur der Luft auf — 4,5° C. gesunken war, schöne Eisgebilde, die meines Wissens noch nicht in dieser Art beschrieben worden sind.

Die Vorgänge des Gefrierens des Eises auf einer Seefläche oder in einem Gefässe sind vielfach beschrieben und erörtert. Wir finden, dass der Vorgang der Eisbildung der Binnenseen, wie ihn zuerst Klocke[1], Mügge[2] und dann v. Drygalski[3] des Ausführlichen beschreibt, auch für diese Eisbildung in der Glasschale gilt.

Bei Beginn der Eisbildung schiessen dort zuerst kreuz- und quer über die Oberfläche lange Eisnadeln, die an den Ufern beginnen und schliesslich ein Netz von Strahlen auf der Wasserfläche bilden.

An der Unterseite befinden sich eine Anzahl von dünnen, untereinander parallelen, mehr oder weniger tief gezahnten Sägeblättern, die von der Oberfläche unter verschiedenen Winkeln und in beliebiger Neigung in das Wasser hineinragen.

Zwischen dem Gitterwerk bildet sich dann eine dünne Eishaut, welche die Lücken schnell füllt und oben wie unten von ebenen Flächen begrenzt wird. Weitere dünne Plättchen legen sich an die Unterseiten an und die Ungleichheiten durch die schrägen Stellungen der Sägeblätter und Platten werden ausgeglichen; die Anlagerung der Platten an die Unterseite soll nach v. Drygalski unter Druck erfolgen, es ist aber wahrscheinlicher, wie Mügge[2] demgegenüber betonte, dass sich die hexagonalen Plättchen parallel zur Oberfläche nur deshalb legen, weil das ihre stabile Gleichgewichtslage als schwimmende Körper im Wasser ist, und der Druck hier keine Rolle spielt.

Es entstehen beim Weiterwachsthum prismatische Körper, deren Prismenaxe zugleich auch die Richtung der optischen Axe enthält und senkrecht auf der Oberfläche steht. Die

---

[1] Klocke: Ueber die optische Struktur des Eises. Neues Jahrbuch für Min., Geolog. u. Palaeontologie 1879. pg. 272.

[2] Mügge: Ueber die Struktur des grönländischen Inlandeises und ihre Bedeutung für die Theorie der Gletscherbewegung. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Jahrgang 1899 II pg. 123 ff. und ibidem 1895 II pg. 226.

[3] v. Drygalski: Grönland-Expedition. Berlin. 1897. pg. 411 u. 486.

zuerst entstandenen, langen Leisten oder Nadeln von Krystallen bilden lange, plattige Körner, von denen die gezahnten Plättchen nach unten in verschiedenen Winkeln sich erstrecken. Mügge[1] wies zuerst nach, dass in ihrer Längsrichtung nicht die optische Axe liege, sondern senkrecht dazu, nachdem schon Klocke[2] parallele Auslöschung mit der Längsrichtung erkannt und diese Richtung für die der Axe gehalten hatte: auch Emden und Hagenbach befanden sich in demselben Irrthume.

Auf den von diesen Nadeln nach unten gehenden, dünnen Blättern steht die Axe senkrecht, so dass die Blattflächen Basisebenen entsprechen.

Klocke nahm daher auch an, dass die gezahnten Blätter keine Fortsetzungen der Leistenkrystalle der Oberfläche sind, da sie verschiedene Orientierung hätten.

Schon Deicke[3] machte aber darauf aufmerksam, dass in unbewegtem Wasser beim Gefrieren an die langen Nadeln sich unter Winkeln von 60° und 120° kleinere Nadeln ansetzen, und die hier niedergelegten Beobachtungen zeigen, dass die Neigung der von den Seiten nach unten gehenden Sägeblätter nicht ganz beliebig, sondern häufig unter 120° gegen die Oberfläche liegt.

Das sind dieselben Winkel, die an rhomboedrischen Eiskrystallen, die über einen Zoll gross waren, von Clarke[4] gemessen wurden, und beim Abschmelzen derselben bildeten sich an den Flächen Treppen oder Stufen, die ebenfalls unter derselben Neigung der Rhomboederflächen von 120° mit einander wechselten. Hier sind auch die Schlagfiguren zu erwähnen, welche auf dem Eise eines kleinen, sehr geschützten Sees in North Wales H. Holland[5] mit einem

---

[1] Mügge, O.: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Palaeontologie. 1899. II. pg. 123.

[2] Klocke: Ueber die optische Struktur des Eises. Ibidem 1879. pg. 273.

[3] Deicke, J. C.: Ueber Eisbildung und Entstehung der Schrunden und Spalten in den Eisdecken der Süsswasserseen. Poggendorff's Annalen. Bd. 121. 1869. pg. 165.

[4] Clarke, E. D.: Upon regular Crystallisation of water and upon the form of its primary Crystals etc.

Transact. Cambridge philos. Soc. Vol. I. 1822, pg. 209.

[5] Holland, Th. H.: The Crystallisation of Lake Ice. Nature. Vol. XXXIX, pg. 295.

Stocke hervorbrachte; es waren sechsstrahlige Sterne von grosser Regelmässigkeit und geraden Strahlen; auf einem gewissen Raume waren alle Strahlen parallel orientiert; in anderen Räumen aber bei gleichem Charakter war die Orientierung anders; die einzelnen gleichartigen Areale hatten bis zwei Fuss Durchmesser und waren durch deutliche Abgrenzungslinien getrennt. Auch durch Spaltung können rhomboedrische Spaltungsstücke erhalten werden; Schlagintweit [1] berichtet von einem grossen Rhomboeder, das aus einer horizontalen Eisdecke gewonnen wurde.

Von den vielfach beschriebenen, wohl allgemein beim Gefrieren auf ruhigen Wasserflächen eintretenden Verhältnissen, sind nun die am Morgen des 8. Februar beobachteten Erscheinungen dem Charakter nach nicht verschieden; sie zeigen aber eigenthümliche krystallographische Anordnung. da nur der erste Theil der Eisbildung, die Leisten und Blätter, nicht aber die sechsseitigen Plattenausfüllungen entstanden waren.

Zunächst sah man auf der Oberfläche langgestreckte, prismatisch aussehende Eisleisten von den Wandungen in den verschiedensten Richtungen, aber nur selten radial gegen das Centrum des Schälchens verlaufen. Sie schnitten sich vielfach unter sehr variirenden Winkeln; manche benachbarten Leisten verliefen auch parallel und wurden von anderen parallelen Strahlen durchkreuzt, dass rhombenförmige Felder dadurch umgrenzt wurden.

Die Wasseroberfläche zwischen den leistenförmigen Eisprismen war von einer sehr dünnen Haut klaren Eises bedeckt, das alsbald zu schmelzen begann und erkennen liess, dass darunter das Wasser nicht gefroren war, dass sich aber von Leisten ausgehende und schräg abwärts geneigte, dünne Eisflächen ausdehnten, bis sie den Boden erreichten; manche der Wändchen liefen parallel und in demselben Sinne der Neigung, andere benachbarte, von parallelen Leisten ausgehende solche Eiswände hatten umgekehrten Sinn der Neigung nach unten und trafen aufeinander; wieder

---

[1] Schlagintweit: Physikalische Geographie und Geologie der Alpen. pg. 470 Anm.

andere Lamellen aus anderen Richtungen durchkreuzten jene, so dass der ganze noch mit ungefrorenem Wasser ausgefüllte Raum zwischen Ober- und Bodenfläche von 2,5 cm Distanz in zahlreiche Kammern getheilt wurde, die Wasser enthielten, und deren Scheidewände die äusserst zierlichen Eislamellen, in den verschiedensten Richtungen verlaufend und scharfe winkelige Räume abgrenzend, bildeten.

Es war deutlich zu erkennen, dass diese dünnen Scheidewände oder Eisblätter nirgends senkrecht auf der Oberfläche, die zugleich Gefrierfläche ist, stehen, während sonst die Eisprismen mit ihrer Basis parallel derselben und mit ihrer verticalen Axe senkrecht auf derselben zu stehen pflegen.

Die Eisblätter laufen von der Aussenwand nach innen ebenso wie die Leisten, welche an der Oberfläche deren Schnittlinie mit der horizontalen Ebene bezeichnen, in den verschiedensten Richtungen und auch ihre Neigung ist nicht immer gleichsinnig. Man konnte ihren Verlauf leicht feststellen, wenn man sie so stellte, dass Totalreflection des Lichtes an der Oberfläche derselben eintrat, und sie wie Silberblätter erschienen und mit hohem Glanze in zierlichem Wechsel ein herrliches Bild gaben.

An der Oberfläche des Wasserspiegels war das dünne Eishäutchen zwischen den Seiten, das eine feine. wellige oder auch chagrinartige Rippung zeigte, die der Forel'schen Streifung entsprechen dürfte, bald durchgeschmolzen und öffnete die Wasserkammern zwischen den Eisblättern.

Die Tiefen der Kammern sind verschieden, je nachdem näher oder ferner von der Oberfläche Aufeinandertreffen von Blättern stattfindet, doch wurde über 1 cm Tiefe bei 1,5 und 2 cm Länge und Breite constatiert.

Von der Oberfläche gesehen, zeigt das Einfallen der immer von den Leisten oben ausgehenden Blätter eine Anordnung, die bald im gleichen, bald im umgekehrten Sinne geht. Die Leisten stehen da annähernd radial zur Peripherie, aber nicht genau senkrecht zur Tangente. Der Sinn der Neigung der nach unten gehenden Lamellen ist hier öfter der gleiche, im Gegensatze zur Neigung an anderen Stellen.

In einem anderen Fall der Anordnung mit gleichsinnig gerichteter Neigung der von der Oberfläche ausgehenden

drei Blätter, wurde die Neigung zur Oberfläche bei allen drei Blättern zu annähernd 110° gemessen; zwei der Blätter liefen parallel, das dritte lag zwischen ihnen und schnitt sie in spitzen Winkeln.

Was die Neigung der Blätter gegen die Oberfläche anbelangt, so wurde eine grosse Anzahl von Winkeln gemessen; die mit ziemlicher Genauigkeit ermittelten Werthe waren am häufigsten Winkelgrössen von 120° bezw. 60°; andere Werthe entfernten sich aber mehr davon und auch 30° und 90° kamen mehrfach vor.

Das warme Wetter war den Untersuchungen sehr wenig förderlich, da die feinen Lamellen wie Zucker abschmolzen. Doch kann das als feststehend angenommen werden, dass ein Winkel von 120° bezw. 60° am häufigsten die Neigung der Lamellenfläche gegen die horizontale Oberfläche bezeichnet.

Was nun die Struktur der Blätter selbst anbelangt, so gab der Vorgang des Schmelzens einigen Aufschluss darüber. Im ganz frischen Zustande sahen sie ganz homogen aus; beim Schmelzen aber lösten sie sich in zierliche Figuren auf, die sich am besten mit gefiederten Blättern oder Wedeln der Farnkräuter vergleichen lassen.

Die zuerst ganz geschlossenen Zwischenwände der Blätter lösten sich auf, und um eine centrale Axe legten sich in der Ebene des Blattes beiderseits wieder ausgezackte, nadelförmige Seitenzacken an, die unter einem Winkel von 60° auf die Hauptaxe stiessen. Zwischen den einzelnen Nädelchen bestanden Zwischenverbindungen, die aber immer zuerst verschwanden und die Axe mit den zackigen Anhängen isolierten von den benachbarten, gleich gestalteten Formen. Die Axen sind meist unter dem Winkel von 120° gegen die horizontale Oberfläche orientiert und beim Abschmelzen verschwinden sie zuletzt.

Die zackigen Spitzen, deren Längsaxe in 120° die Leiste an der Oberfläche trifft, verschwinden immer mehr, nachdem ihr seitlicher Zusammenhang weggeschmolzen ist.

Es entstehen zierliche kleine Netze oder Skelette, zwischen deren noch festen Theilen wie in Maschen Schmelzwasser ist. (Siehe Textfigur 11 auf Seite 131.)

Die Blätter sind an der Ansatzstelle an die Leiste dicker und werden mit der Entfernung von ihr immer dünner. Die Leisten sind nur ihr verdicktes Ende auf der Oberfläche, an das sich noch weitere Blätter mit anderer Neigung, aber parallelen Streichen anlegen können.

Die Flächen durchdringen sich nicht gegenseitig; die eine ist offenbar vor der anderen entstanden, und die letztere setzt an der zuerst gebildeten ab.

Die Schmelzungserscheinungen zeigen, dass innerhalb der Lamellen selbst wieder eine parallele Anordnung der kleinsten Theilchen vorhanden sein muss, sonst würden nicht alle parallel sein und unter 60° bezw. 120° gegen die Seitenaxe an der Oberfläche auslaufen; gehen zwei Leisten an der Oberfläche parallel, so haben auch die von ihnen ausgehenden Lamellen gleichsinnige Neigung gegen die Oberfläche und parallele Richtung.

In Beziehung auf die optische Orientierung konnte festgestellt werden, dass die Flächen der Blätter im polarisierten Lichte bei jeder Drehung dunkel bleiben und im convergenten Lichte das Axenkreuz der optisch einaxigen Körper zeigen; das bestätigt v. Drygalskis Angaben; auch in den Axen der Strahlen, die beim Schmelzen an die Hauptleiste sich ansetzen, war einmal das Axenbild zu beobachten; leider liessen sich die Beobachtungen nicht öfter wiederholen, weil die Lufttemperatur zu warm war, und die feinen Gebilde zu rasch wegschmolzen.

Nachdem die Oberfläche durchstossen war, konnte mit einem Glasrohr das noch flüssige Wasser der Kammern durch Aussaugen entfernt werden, wobei immer mehr Kammern sich successive von Wasser entleerten; die Kammern hatten zuerst offenbar keine Verbindungen untereinander, aber beim Abziehen des Wassers aus der Mitte wurde durch den in den Kammern entstandenen Wasserdruck die dünne Wand durchbrochen und die Räume füllten sich successive mit Luft, so dass das ganze Fachwerk der Zwischenwände schliesslich mit Luft gefüllt war und schnell der Abschmelzung verfiel.

Der weitere Fortgang der Eisbildung bis zum Erstarren der ganzen Wassermasse war leider nicht mehr zu verfolgen,

und Gefrierversuche in gleichen Glasgefässen konnten zu keinem Resultate führen, das darüber Aufschluss zu geben geeignet war, weil beim vollständigen Gefrieren des Wassers das Gefäss zersprengt wurde, durch die Risse zahlreiche grosse Luftblasen eindrangen und das ganze innere Strukturgebäude wesentlich störten, so dass am schliesslich gebildeten Eise nichts mehr von Lamellen zu erkennen war, ausser an einer Stelle, wo unter dem Winkel von 30° eine wenig hohe Lamelle an die Oberfläche kam. Das Eis hatte im Uebrigen eine Körnerstruktur, und die Grösse der einzelnen Körner war nicht über Erbsengrösse.

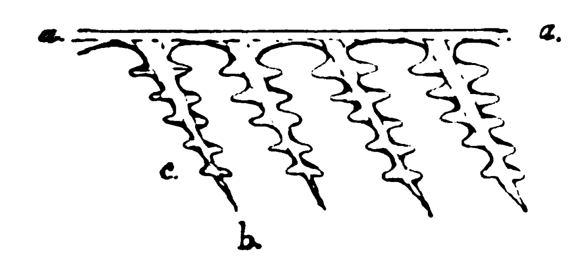
Die optischen Axen lagen hier nicht parallel untereinander und senkrecht zur Oberfläche, wie das sonst auf der Eisfläche ruhigen Wassers die Regel ist.

Zu erwähnen ist noch, dass auch die Bodenfläche gefroren und mit dünner Eisschicht bedeckt war; in dieser fanden sich schöne, lange, schmale, am freien Ende zugespitzte Eisprismen, die von einem Punkte am peripherischen Rande des Glasgefässes radial ausstrahlten. Sie waren nicht leistenförmig wie diejenigen an der Oberfläche, sondern dünn-nadelförmig und nur 1,5—2 cm lang; sie löschen genau nach ihrer Längsaxe aus, wie auch sonst langgestreckte spiessartige Formen des Eises genau parallel ihrer Längsaxe auslöschten.

An einem Stück Eise der Oberfläche aus einer anderen Schale ragte eine Lamelle mit der Neigung von 30° gegen die Horizontale nach abwärts und zeigte dieselben Abschmelzungserscheinungen, dass die zuerst einheitliche Fläche sich auflöste, indem Spitzen und Zacken von paralleler Richtung und oft mit gezackten Rändern bestehen blieben, während die Verbindungstheile dazwischen wegschmolzen, so dass eine scharf ausgezackte Linie das Vorrücken der Abschmelzung bezeichnete. Die Textfigur 11 gibt das bei der Schmelzung entstandene Bild und die Reconstruktion des Krystallskelettes wieder.

Man könnte Leisten erster Ordnung, die an der Oberfläche horizontal liegen und Leisten zweiter Ordnung, die von jenen in Winkeln von 120° in die Tiefe gehen, und oft 30°, 60° oder 120° gegen die horizontale Oberfläche geneigt

sind, und eine dritte Ordnung von Spitzen und Zacken, die wieder gegen die Leisten zweiter Ordnung unter Winkeln von 60° und 120° verbunden sind, unterscheiden; sie verbinden sich von benachbarten Leisten in paralleler Lage und stellen so das zierliche Krystallskelett her, dessen Zwischenräume zuerst die Schmelzung zerstört, so dass dieselben, wie Textfigur 11 zeigt, mit Wasser zwischen den Nadeln erfüllt sind.



Textfigur 11.
Abschmelzung der Blätter an den Leistenkrystallen des Eises von der Oberfläche eines ruhigen Wasserbeckens.

a—a. Leistenkrystall an der Oberfläche.

b. Leisten unter 120° zu aa.

c. Zacken an den Leisten b unter 120°. Durch Abschmelzung gerundete Formen zwischen den Zacken und Auflösung des seitlichen Zusammenhangs.

In diesen letzten Bemerkungen ist principiell nur wenig Neues, aber doch manches dient zur Ergänzung und Bestätigung schon bekannter Vorgänge; es war bisher noch nicht das erst zur Hälfte fertige Stadium der Eisbildungen in Wannen so beobachtet worden, und es war hier nur ein günstiger Zufall, dass in Folge der geringen Kälte der Nacht vom 7. auf den 8. Februar (Minimum der Lufttemperatur —4,5° C., am 7. Abends $9^h 25'$ 0,0° C., am 8. Morgens $7^h 26'$ —4,3° C.) und der absoluten Ruhe nur die Krystallisation der Krystallleisten der Oberfläche und der von ihnen in das Wasser gehenden Blätter vollendet war, dagegen alle Zwischenräume noch mit Wasser gefüllt und vollständig von einander abgeschlossen waren. Gerade solche unvollständige Bildungen geben oft wichtige Hinweise auf das Entstehen und Werden des Ganzen, das oft die Spuren seiner Entstehung wieder verwischt. Von diesem Gesichtspunkte aus glaubte ich,

diese in Folge der ungünstigen Witterungsverhältnisse nur mangelhaft untersuchten Bildungen doch erwähnen zu dürfen und um so mehr, als es weder mir noch Anderen gelang, solche halb fertigen Zustände wieder herzustellen und zu untersuchen.

Alle drei Kapitel, das über atmosphärisches Eis, das über die Eiszapfen und endlich das über das Eis aus Glasschalen, verdanken nur den besonderen günstigen Umständen, unter denen Erscheinungen sich bilden konnten, die man sonst nicht so schön zu sehen und zu studieren Gelegenheit hat, ihre Entstehung und was noch fragmentär ist, wird bei der Beachtung der ähnlich günstigen Umstände in der Zukunft leicht vervollständigt werden können.



Eiszapfen mit und ohne Kornstruktur an Granitwänden.



Eiszapfen mit plattiger und körniger Kornstruktur.

[Lichtdruck] von J. Baeckmann, Karlsruhe.



Eiszapfen von wenig gewölbter Seite mit isometrischer Kornstruktur.



Plattiges Zapfeneis mit Tafelstruktur.



Eiszapfen von wenig gewölbter Seite mit isometrischer Kornstruktur.



Rinnen durch Schmelzung an den Korngrenzen eines Eiszapfens.

Futterer phot. Lichtdruck von J. Baeckmann, Karlsruhe

VERHANDLUNGEN

DES

ATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

FÜNFZEHNTER BAND.

1901—1902.

KARLSRUHE.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1902.

Printed in Germany

INHALT.

Jahresbericht.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Jahresbericht.

Im Berichtsjahr haben 17 Sitzungen, die im Mittel von 53 Personen besucht waren, stattgefunden. Als Versammlungslokal hat in der kälteren Jahreszeit, wie bisher, der „kleine Saal" im Gebäude der Gesellschaft Museum, in der wärmeren der Wirthschaftssaal des Gartengebäudes gedient. Drei Vorträge sind in Hörsälen der Technischen Hochschule, je einer in der Aula, sowie im grossen Saal des Museums abgehalten worden. Von den 18 gehaltenen Vorträgen entfallen je vier auf Chemie und Geologie, drei auf Physik, je zwei auf Anthropologie und Zoologie, je einer auf Mechanik, Geschichte und Meteorologie.

Ehrungen. Der Verein hat der Naturhistorischen Gesellschaft in Nürnberg zur Feier ihres 100jährigen Bestehens und der Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques in Cherbourg zu ihrem 50jährigen Stiftungsfest seine Glückwünsche zum Ausdruck gebracht (568. Sitzung). Herrn Prof. Hittorf in Münster, der am 12. Januar 1902 sein 50jähriges Professoren-Jubiläum feierte, ist eine Glückwunschadresse zugesandt worden (568. Sitzung). Sr. Königlichen Hoheit dem Grossherzog, der am 26. April 1902 sein 50jähriges Regierungsjubiläum feierte, widmete der Verein eine Festschrift; ihr Inhalt hat aus den im Nachstehenden zum Abdruck gebrachten Abhandlungen der Herren Brauer, Schleiermacher, Lehmann, Engler und May bestanden. Dem bisherigen Schriftführer, Herrn Hofrath Dr. Meidinger, ist aus Anlass seines Rücktrittes von diesem Amte, das er volle 33 Jahre geführt hat, das Diplom als Ehrenmitglied überreicht worden (580. Sitzung).

Rechnungsführung.

A. Kassenstand im Berichtsjahre 1901—1902.

Einnahmen.

1. Kassenrest von 1900/01 . . .	M.	37,54	
2. Beiträge von 188 Mitgliedern zu je 5 M.	„	940,00	
3. Zinsen aus Werthpapieren . . .	„	1 128,50	
4. Stiftung (s. 563. Sitzung) . . .	„	16 000,00	
5. Verkauf von Drucksachen . . .	„	22,50	
			M. 18 128,54

Ausgaben.

1. Rückzahlung der Schuld an die Badische Bank	M.	447,70	
2. Dienerschaft, Abschriften, Porto .	„	457,86	
3. Steuern	„	26,76	
4. Lokalmiethe	„	66.00	
5. Drucksachen	„	1 248,14	
6. Conto-Corrent-Zinsen	„	3,56	
7. Neueinrichtung der Büchersammlung	„	179,20	
8. Angekaufte Papiere	„	13 122,10	
			„ 15 551,32
Kassenrest am 16. Mai 1902			M. 2 577,22

B. Vermögensstand.

Werthpapiere	M. 32 242,86
Kassenrest	„ 2 577,22
	M. 34 820,08
Vermögensstand im Vorjahre	„ 18 832,70
somit Vermehrung	M. 15 987,38

Die **Büchersammlung** ist im Laufe des Sommers 1901 aus der Landesgewerbehalle, wo sie in Folge von Platzmangel nicht länger verbleiben konnte, nach der Technischen Hochschule verbracht und dort in einem grossen Zimmer, das in dankenswerther Weise von der Grossh. Regierung überlassen worden ist, aufgestellt worden. Auf Ansuchen sind die meisten der dabei ent-

deckten Lücken in den Reihen der Veröffentlichungen in bereitwilligster Weise von den Behörden, Instituten und Vereinen, mit denen der Naturwissenschaftliche Verein in Tauschverkehr steht, ausgefüllt worden. Es sei auch an dieser Stelle nochmals der verbindlichste Dank dafür zum Ausdruck gebracht.

Während des Berichtsjahres 1901/1902 sind dem Verein die nachstehenden Druckschriften zugegangen:

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Bamberg. Naturforschende Gesellschaft. 18. Bericht. Bamberg 1901.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen Band 13, Heft 3. Basel 1902. — Burckhard, Zur Erinnerung an Tycho Brahe, 1546—1601. Anhang zum 13. Band.

Bautzen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1898—1901. Bautzen 1902.

Bergen's Museum. Aarsberetning for 1901. Bergen 1902. — Aarbog 1901. 1. hefte. Bergen 1901; 1901. Bergen 1902. — Meeresfauna von Bergen, Heft I. Bergen 1901. — An account of crustacea of Norway. Vol. IV, Part. 1—6.

Berlin. Botanischer Verein. Verhandlungen. 28. Jahrg. 1886. Berlin 1887.

— Deutsche Geologische Gesellschaft. Zeitschrift. 52. Band, 4. Heft; 53. Band, 1.—3. Heft.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mittheilungen aus dem Jahre 1900. Bern 1901.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 57. Jahrg. 2. Hälfte. Bonn 1900.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1900, 2. Hälfte. Bonn 1900.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings Vol. 36, No. 24—29; Vol. 37, No. 1—5.

Braunschweig. Verein für Naturwissenschaften. 12. Jahresbericht für die Vereinsjahre 1899/1900 und 1900/1901. Braunschweig 1902.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 17. Band, 1. Heft. Bremen 1901. — Beiträge zur nordwestdeutschen Volks- und Landeskunde. 3. Hefte. Bremen 1901.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen 39. Band. Brünn 1901. — 19. Bericht der meteorologischen Kommission. Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1899. Brünn 1901.

Brüssel. Académie Royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-arts. Bulletin de la classe des sciences 1899. Bruxelles 1899; 1900. Bruxelles 1900. — Annuaire 1887. Bruxelles 1887; 1900. Br. 1900; 1901. Br. 1901.

— Société Entomologique de Belgique. Annales et mémoires. 45. tome. Bruxelles 1901. — Mémoires. VIII. Bruxelles 1901.

— Société Malacologique. Bulletin des scéances. Année 1900. Bruxelles 1901.

Budapest. Königl. Ungar. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. 14. Band 1895—1896. Berlin u. Budapest 1898; 15. Band 1897. B. u. B. 1899; 16. Band 1898. B. u. B. 1899. — Aquila. Zeitschrift für Ornithologie. 5. Jahrg. No. 1—4; 6. Jahrg. No. 1—4.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Scientific Society. Journal 1901. 17. year. Part. I.

Cherbourg. Société Nationale des Sciences Naturelles et Mathématiques. Mémoires. Tome 31. Paris 1898—1900.

Christiania. K. Universität. Den Norske Nordhavs Expedition. 1876—1878. 28. Zoologi. Mollusca III. Christiania 1901.

Columbus, Ohio. State University. 31. Annual. Report of the Board of Trustees for the year ending June 30, 1901. Parts I, II. Columbus 1901.

Chur. Naturforschende Gesellschaft Graubündens. 44. Band. 1900/1901. Chur 1901.

Colmar. Naturhistorische Gesellschaft. Mittheilungen. 5. Band. Jahre 1899 u. 1900. Colmar 1900.

Cordoba. Academia Nacional de Ciencias. Boletin. Tomo 16, entrega 2a, 3a, 4a.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. 10. Band, 2. u. 3. Heft. Danzig 1901.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrg. 1900, Juli bis Dez.;

Jahrg. 1901, Jan. bis Juni; Jahrg. 1871, April bis Juni; Jahrg. 1872, April bis Sept.; Jahrg. 1878, Jan. bis Juli; Jahrg. 1883, Jan. bis Juni, Jahrg. 1889, Jan. bis Juni.

Dresden. Flora. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 4. Jahrg. 1899—1900. Dresden 1900; 5. Jahrg. 1900—1901. Dresden 1901.

Dürkheim. Naturwissenschaftlicher Verein Pollichia. Mittheilungen. 58. Jahrg. 1901. No. 14/15. Dürkheim 1901.

Elberfeld. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht 4. Heft. 2. autogr. Aufl. Elberfeld 1902.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 58. Jahresbericht für 1872; 59. Jahresber. für 1873; 60. Jahresber. für 1874; 85. Jahresber. für 1899/1901. Emden 1901.

Erlangen. Physiologisch-medicinische Societät. Sitzungsberichte. 32. Heft. 1900. Erlangen 1901; 23. Heft. 1891; 26. Heft. 1894.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht für 1899—1900. Frankfurt a. M. 1901; Jahresber. 1876—1877. Fr. a. M. 1878; Jahresber. 1877—1878. Fr. a. M. 1879.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1901.

Frankfurt a. O. Naturwissenschaftlicher Verein Helios. 18. Band. Berlin 1901.

Freiburg i. B. Naturforschende Gesellschaft. Berichte über die Verhandlungen. 11. Band, 3. Heft. Freiburg i. B. 1901; 12. Band. Fr. 1902.

Giessen. Oberhess. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 30. Bericht. Giessen 1895.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mittheilungen. Jahrgang 1900. Graz 1901.

Greifswald. Geographische Gesellschaft. 7. Jahresbericht 1898 bis 1900. Greifswald 1900. — Excursion nach Ost-Schleswig-Holstein und der Insel Sylt am 5.—10. Juni 1900. Greifswald 1900.

Halle. Naturforschende Gesellschaft. Jahresbericht und Mitgliederliste 1893, 1894, 1895, 1896, 1897, 1898, 1899, 1900. — Bericht über die Sitzungen im Jahre 1892. Halle 1892.

— Verein für Naturkunde. Mittheilungen. 1901. Halle 1901.

— Kais. Leop.-Karol.-Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Heft 37, No. 5—11; Heft 38, No. 1 u. 2.

Hamburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 8. Heft. Hamburg 1901; 9. Heft. Hamburg 1902. — Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. 16. Band. 2. Hälfte. Hamburg 1901.

Hamilton Association. Journal and Proceedings. No. 17. Hamilton 1901.

Hannover. Naturhistorische Gesellschaft. 48. u. 49. Jahresbericht über die Geschäftsjahre 1897/98 und 1898/99. Hamburg 1900.

Heidelberg. Grossh. Sternwarte, Astrometrische Abtheilung. Mittheilungen I. Karlsruhe 1901.

Helsingsfors. Societas pro Fauna et Flora Fennica. Meddelanden 1900—1901. Helsingfors 1901. — Acta Societatis. Vol. 20. Helsingfors 1900—1901.

Innsbruck. Naturwissenschaftlich-medicinischer Verein. Berichte. 26. Jahrgang. 1900/01. Innsbruck 1901.

Karlsruhe. Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie. Jahresbericht für 1900. — Ergebnisse der Hochwasserverhältnisse im deutschen Rheingebiet. 6. Heft: Das Maingebiet. Berlin 1901.

Königsberg. K. Physik.-Oekonomische Gesellschaft. Berichte. 42. Jahrgang. 1901. Königsberg 1901.

Lawrence (Kansas). University. Quarterly. April 1901 (Vol. 11, No. 6). — Bulletin. Vol. 10, No. 3.

Landshut. Botanischer Verein. 16. Bericht über die Vereinsjahre 1898—1900. Landshut 1901.

Lausanne. Société des sciences naturelles. Bulletin. Vol. 29, No. 111. Lausanne 1893. Vol. 37, No. 140—142. Lausanne 1901.

Leipa. Nordböhm. Excursionsclub. Mittheilungen. 24. Jahrg., 2.—4. Heft; 25. Jahrg., 1. Heft.

Leipzig. Museum für Völkerkunde. 25., 26. Bericht, 1897, 1898; 28. Bericht, 1900.

— Jablonowsky'sche Gesellschaft. Jahresbericht 1899. Leipzig 1901.

Lüneburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahreshefte. 15. 1899—1901. Lüneburg 1901. — Zur Erinnerung an das 50jährige Bestehen des Naturw. Vereins, 1851—1901. Lüneburg 1901.

Luxemburg. Société de Botanique: Receuil de mémoires et des travaux. No. XIV, 1897—98. Luxembourg 1899.
— Institut de L., Section des Sciences Naturelles. Publications. Tome 26. Luxembourg 1901.
Madison. Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters. Transactions Vol. XIII, Part. I, 1900. Madison 1901.
Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. 12. Jahresbericht 1881. Magdeburg 1882. — Jahresbericht u. Abhandlungen 1898—1900. Magdeburg 1900.
Marseille. Faculté des Sciences. Annales. Tome XI, Fasc. 1—9.
Mexico. Observatorio Astronómico Nacional de Tacubaya.
Anuario 1902. Año 22. Mexico 1901. — Boletin No. 7.
Milwaukee. Wisconsin Natural History Society. Bulletin. Vol. I, No. 4; Vol. II, No. 1.
Missoula. University of Montana. Bulletin No. 3: Silloway. Summer birds of Flathead Lake 1901.
Montevideo. Museo Nacional. Anales, Tomo III, Entrega 20, 21; Tomo IV, Entrega 19, 22.
München. K. Akademie der Wissenschaften, Mathem.-Phys. Klasse. Sitzungsberichte 1901, Heft 2 u. 3.
— Ornithologischer Verein. 2. Jahresbericht für 1899 und 1900. München 1901.
Nancy. Société des Sciences. Bulletin. Tome I, Fasc. 6; Tome II, Fasc. 1, 2.
Neuchatel. Société des Sciences Naturelles. Bulletin. Tome 27, Année 1898—1899. Nancy 1899.
New-York. American Museum of Natural History. Annual report for the year 1900. — Bulletin. Vol. XI, Part. IV; Vol. XIV; Vol. XV, Part. I.
Offenbach. Verein für Naturkunde. 37.—42. Bericht. Offenbach 1901.
Osnabrück. Naturwissenschaftlicher Verein. 14. Jahresbericht für die Jahre 1899 und 1900. Osnabrück 1901.
Ottawa. Geological Survey of Canada. Annual Report Vol. XI, 1898. Ottawa 1900. — Catologue of Canadian Birds. Part. I. Ottawa 1900. — General-Index to the Reports of Progress 1863 to 1884. Ottawa 1900.
Pará. Museu Paraense de Historia Natural. Boletin Vol. III. Pará 1901.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings 1900, Part. III. Philadelphia 1901.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti Vol. XII, S. 169—266; Vol. XIII, 1—8.

Prag. Naturhistorischer Verein Lotos. Sitzungsberichte. Jahrgang 1900. 20. Band. Prag 1900.

— K. Gesellschaft der Wissenschaften. Sitzungsberichte 1879, 1880, 1881, 1901. — Matiegka, Bericht über die Untersuchung der Gebeine Tycho Brahe's. Prag 1901. — Studnička, Prager Tychoniana. Prag 1901. — Studnička, Bericht über die astrologischen Studien des Reformators der beobachtenden Astronomie Tycho Brahe. Prag 1901. — Jahresbericht für das Jahr 1901. Prag 1902.

Regensburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Berichte. 2., 5. 6., 8. Heft.

Reichenberg. Verein der Naturfreunde. Mittheilungen. 32 Jahrgang. Reichenberg 1901.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Atti. Classe di scienze fisiche matematiche e naturali. Vol. 10, Fasc. 9—12; Vol. 11, Fasc. 1—7. — Atti. Classe di scienze morali, storiche e filologiche. Vol. 9. — Atti. Rendiconto dell' adunanza solenne del 2. Giugno 1901. Roma 1901.

— R. Comitato Geologico. Bollettino. Anno 1901, No. 1, 2, 3

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht über die Thätigkeit 1888/89, 1889/90, 1890/91, 1891/92, 1892/93 1893/94, 1897/98, 1899/1900.

St. Louis. Academy of Sciences. Transactions Vol. 10, No. 9—11 Vol. 11, No. 1—5.

Sion. Société Murithienne. Bulletin. Fasc. 27 et 28, Année 1898 et 1899. Sion 1900; Fasc. 1900 et 1901. Bex 1901

Stockholm. Entomologiska Tidskrift. Årgang 21, 1900, Heft 1—4; Årgang 22, 1901, Heft 1—4.

Stuttgart. Verein für Naturkunde. Jahreshefte. 57. Jahrgang Stuttgart 1901.

— Württemb. Kommission für Landesgeschichte. Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. 10. Jahrgang. 1901. Heft 1—4 Stuttgart 1901.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. IV, No. 1—5. — Report of Trustees for the year 1900.

Sydney. R. Society of New South Wales. Journal and Proceedings. Vol. 34. Sydney 1901.

– Australian Association of the Advancement of Sciences. Report of the eighst meeting 1900. Melbourne 1901.

Tiflis. Physikalisches Observatorium. Meteorologische Beobachtungen im Jahre 1898. Tiflis 1901.

Tokio. Zoological Society. Annotationes Zoologicae Japonenses. Vol. III, Partes II, III, IV; Vol. IV, Partes I, II.

Ulm. Verein für Mathematik und Naturwissenschaften. Jahreshefte, 2., 3., 6., 10. Jahrgang. Ulm 1889, 1890, 1893 u. 1901.

Washington. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 36, No. 16—23. — Memoirs. Vol. VIII. Washington 1898.

– Smithsonian Institution. Annual report of the board of regents for the year 1899. Washington 1901; desgl. 1899. Wash. 1901; 1900. Wash. 1901.

– U. S. Departement of Agriculture. Yearbook 1900. Washington 1901. — North American Fauna. No. 20, 21. Wash. 1901.

Wien. Akademie der Wissenschaften. Anzeiger. Jahrgang 1901, No. 18—27; Jahrgang 1902, No. 1—9.

– Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen. Jahrgang 1901, No. 3—18; 1902, No. 1—4. — Jahrbuch. Jahrgang 1900. 50. Band, 3. u. 4. Heft; Jahrgang 1901. 51. Band, 1 u. 2. Heft.

– Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen. Band 15, No. 3 u. 4. Wien 1900; Band 16, No. 1 u. 2. Wien 1901.

Wiesbaden. Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrgang 54. Wiesbaden 1901.

Würzburg. Physikalisch-medicinische Gesellschaft. Sitzungsberichte. 1900. No. 1—5.

Zürich. Naturhistorische Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 45. Jahrgang. 1900, 3. und 4. Heft. Zürich 1901; 46. Jahrgang. 1.—4. Heft. Zürich 1901. — Neujahrsblatt. 103. u. 104. Stück.

Zwickau. Verein für Naturkunde. Jahresbericht. 1899. Zwickau 1901.

B. Von Privaten.

Arnold. Die Gleichstrommaschine. Theorie, Konstruktion, rechnung, Untersuchung und Arbeitsweise derselben. I. Ba Theorie. Berlin 1902.

Neupert, K. Mechanik des Himmels und der Moleküle. bau eines Weltsystems aus dem Aether mit Beweis der richtigkeit der kopernikanischen Anschauungen, sowie N weis der zusammengesetzten Struktur der chemischen mente. Bamberg.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahre aus den Herren

1. Geheimerath Prof. Dr. Engler, als Vorsitzenden,
2. Hofrath Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter Vorsitzenden,
3. Hofrath Prof. Dr. Meidinger, als Schriftführer,
4. O. Bartning, als Kassier,
5. Geheimerath Dr. Battlehner,
6. Geheimerath Oberbaudirektor Honsell,
7. Direktor P. Treutlein

bestanden.

Die Geschäfte des Redakteurs der Vereinsverhandlungen des Bibliothekars hat Prof. Dr. Schultheiss besorgt.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind die Herren Baurath Freiherr v. B Prof. Dr. Ludw. Bauer, Fabrikdirektor Beeg in Durlach, Dr. J. Behrens auf Augustenberg bei Grötzingen, Prof. Be Assistent Dr. J. Brode, Laboratoriumsvorstand Dr. P. Eitner, C ingenieur Eppenich, Assistent Dr. Frankenstein, Assistent Glaser, Chemiker Dr. F. Glaser, Dr. F. Heinsheimer, Lehra praktikant Horn, Oberamtmann Jacob, Chemiker Dr. Kaufm Hauptlehrer Kneucker, Buchdruckereibesitzer Dr. A. Knittel, R lehrer Künkel in Ettlingen, Privatdozent Dr. Muth, prakt. Dr. Neumann, Fabrikdirektor Platz, Prof. Dr. Schur, Privatdo Dr. Schwarzmann, Assistent Dr. Sieveking, k. preuss. Geol Dr. Wiegers in Berlin.

Ausgetreten aus dem Verein sind, zum Theil in Folge von Wegzug die Herren Lehramtspraktikant Dienger, Assistent Dr. Glaser, Prof. Dr. Mie, Geh. Hofrath Nessler, Geh. Hofrath Dr. Schell.

Durch den Tod verlor der Verein: Inspektor Schell.

Der Verein hat am Schlusse des Berichtsjahres 204 Mitglieder gezählt, 19 mehr als im Vorjahre.

Mitglieder-Verzeichniss.

a. *Ehrenmitglieder.*

Die Herren:

Meidinger, Professor Dr., Hofrath in Karlsruhe (1901).
Moritz, Dr. A., Staatsrath in Dorpat (1864).
Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerath in Karlsruhe (1895).
Trautschold, Dr. H. von, Russ. Wirkl. Staatsrath in Karlsruhe (1900).

b. *Korrespondirendes Mitglied.*

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

c. *Mitglieder.**

Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Otto, Privatier (1883).
Arnold, E., Hofrath, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Babo, Freiherr von, Baurath (1902).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerath (1866).
Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).
Bauer, Dr. Ludwig, Professor am Realgymnasium (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Hofrath, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).
Benoit, G. von, Professor des Maschinenbaues (1902).

---

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Blankenhorn, Prof. Dr. A. (1869).
Böhm, Dr. F., Ministerialrath (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896)
Brauer, E., Hofrath, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrath (1895).
Brode, Dr. J., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).
Buch, H., Oberlandesgerichtsrath (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buhl, Dr. H., Fabrikant in Ettlingen (1899).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrath, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Carl, Dr., Bezirksthierarzt (1901).
Cathiau, Dr. Th., Rektor der Gewerbeschule (1876).
Clauss, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Cramer, H., Lehramtspraktikant (1896).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dittrich, Dr. Th., Privatier (1897).
Doederlein, G., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurath und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Edelsheim, W., Freiherr von, Obersthofmeister, Excellenz (1867).
Eichhorn, Dr. F., Assistent für Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1900).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker (1897).
Eitner, Dr. P., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1901).
Engler, Dr. K., Geheimerath, Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1876).
Eppenich, E., Civilingenieur (1902).

Frankenstein, Dr. W., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1900).
Föhlisch, Dr. E., Fabrikinspektor (1900).
Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).
Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glaser, Dr. F., Chemiker (1901).
Glockner, B., Geheimerath, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor der Maschinenbaugesellschaft (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrath, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haass, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Versuchsanstalt (1875).
Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrath (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrath, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hart, J., Geheimerath, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrath (1898).
Hausrath, Dr. H., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Heinsheimer, Dr. F. (1902).
Heintze, Dr., Legationsrath (1900).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
Henning, Th., Kommerzienrath (1896).
Hess, Geh. Oberpostrath und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrath (1881).
Hilger, Dr. K., Kustos am Naturalienkabinet (1892).

Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1898).
Honsell, M., Geheimerath, Direktor des Wasser- und Strassenbau
Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (189
Horn, R., Lehramtspraktikant (1901).
Hübler, A., Professor am Realgymnasium (1895).
Jabukowski, Kandidat der Chemie (1901).
Jacob, H., Oberamtmann (1901).
Jahraus, W., Buchhändler (1899).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Jschler, O., Lehramtspraktikant (1900).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrath (1889).
Kamm, Dr. K, Amtmann in Pforzheim.
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technisch
Hochschule (1883).
Kaufmann, Dr. A., Chemiker (1902).
Keller, K., Geh. Hofrath, Professor des Maschinenbaues an d
Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technisch
Hochschule (1895).
Klein, L., Kaufmann (1897).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Kohlhepp, Fr., Bezirksthierarzt (1886).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden.
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kressmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Kronstein, Dr. A., Chemiker (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Küster, E., Generalleutnant z. D. (1895).
Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897).
Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie un
Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).

Lehmann, Dr. O., Hofrath, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).
Lmebke, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Leutz, F., Hofrath, Seminardirektor (1872).
Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1895).
Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
Lorenz, W., Kommerzienrath (1879).
Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
Maier, E., Geh. Hofrath, Augenarzt (1871).
Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
Martin, Al., Kaufmann (1897).
Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie und Assistent an der Technischen Hochschule (1899).
Meess, Ad., Stadtrath (1899).
Meidinger, Dr. H., Hofrath, Vorstand der Grossh. Landesgewerbehalle und Professor der technischen Physik an der Technischen Hochschule (1865). (Ehrenmitglied 1901.)
Migula, Dr. W., a. o. Professor der Botanik und naturwissenschaftlichen Hygiene an der Technischen Hochschule (1891).
Millas, K. de, Ingenieur (1893).
Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
Müller, Dr. Eberh., Chemiker (1900).
Müller, Dr. L., Medizinalrath (1896).
Müller, Dr. U., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).
Muth, Dr., Privatdocent der Botanik an der Technischen Hochschule; Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Näher, R., Betriebsinspektor (1893).
Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).
Netz, F., prakt. Arzt (1893).
Nüsslein, Dr. J., Assistenzarzt (1900).
Nüsslin, Dr. O., Hofrath, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhäuser, Dr. A. von, Hofrath, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).

Pfeil, Dr., Assistent am mineralogischen Institut der Technischen Hochschule (1901).

Platz, H., Fabrikdirektor (1902).

Reck, K. von, Freiherr, Geheimerath und Kammerherr (1869).

Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).

Reichard, Fr., Direktor des städtischen Gas- und Wasserwerkes (1892).

Reichmann, M., Lehramtspraktikant (1901).

Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).

Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).

Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).

Röder von Diersburg, Oberstleutnant z. D. u. Kammerherr (1901).

Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).

Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).

Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Grossh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).

Sachs, W., Geh. Oberfinanzrath (1885)

Schaaff, E., Privatier (1899).

Schellenberg, R., Finanzrath (1899)

Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).

Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).

Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).

Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).

Schröder, Dr. E., Hofrath, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).

Schröder, L., Lehrer am Kadettenkorps (1895).

Schultheiss, Professor Dr., Grossh. Meteorolog (1886).

Schur, Dr. F., Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).

Schwarzmann, Dr. M., Privatdocent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Assistent am Naturaliencabinet (1901).

Schweickert, M., Oberlehrer a. D. (1873).

Seith, K., Professor am Gymnasium (1885).

Seneca, F., Fabrikant (1863).

Siefert, X., Oberforstrath, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).

Sieveking, Dr. H., Assistent an der Techn. Hochschule (1902).

Sievert, E., Major a. D. (1884).

Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrath (1878).

Spuler, Dr. A., Privatdozent der Anatomie in Erlangen (1897).

Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).

Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).

Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).

Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).

Steude, Dr. M., Sekretär (1896).

Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerath, Excellenz (1895). (Ehrenmitglied 1899.)

Suck, O., Hofphotograph (1897).

Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).

Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).

Trautschold, Dr. H. von, Russ. Wirkl. Staatsrath (1895). (Ehrenmitglied 1900.)

Treutlein, J. P., Direktor des Realgymnasiums (1875).

Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).

Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).

Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1897).

Wagner, Dr. E., Geheimerath, Konservator der Alterthümer (1864).

Wagner, G., Privatier in Achern (1876).

Wagner, Leop., Prokurist (1899).

Wedekind, Dr. L., Hofrath, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).

Weilandt, Dr., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1901).

Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).

Wiegers, Dr. F., k. preuss. Geologe, Berlin.

Williard, A., Baurath a. D. (1895).

Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).

Witkowski, Dr. M., Apotheker (1900).
Wittmer, K., Forstrath (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Privatdocent und Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Maschineninspektor (1899).

Für die Redaktion verantwortlich:
Prof. Dr. Schultheiss.

Sitzungsberichte.

---

564. Sitzung am 24. Mai 1901.

Vorsitzender: Herr Geb. Rath Engler. Anwesend 70 Mitglieder.

Herr Hofrath Brauer hielt in einem Hörsaal des Maschinen-
ngebäudes der Technischen Hochschule einen Vortrag über die
nrichtungen des mechanischen Laboratoriums der Hochschule,
s darnach unter Führung des Vortragenden besichtigt wurde.

565. Sitzung am 7. Juni 1901.

Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Anwesend 30 Mitglieder.

Im Zoologischen Hörsaal des Aulabaues der Technischen
chschule hielt Herr Prof. Dr. Nüsslin einen Vortrag über
eweihe", wobei er Folgendes ausführte.

Hörner und Geweihe sind Waffen, kommen nur bei Huf-
eren und unter diesen mit Ausnahme des Nashorns nur bei
n echten Wiederkäuern, den Hohlhörnern, Gabelantilopen,
raffen und Hirschen vor. Bei den Hirschen sind die Geweihe
t Ausnahme des Rennthieres auf das männliche Geschlecht be-
ränkt, daher als sekundäre Sexualcharaktere anzusehen und
nen vorzugsweise als Waffen im geschlechtlichen Kampf. Da
jedoch häufig sehr schwerfällige und komplicirte Bildungen
d, wodurch ihre Zweckmässigkeit als Waffen beeinträchtigt
rd, so stellen sie vielleicht auch Zierrate des stärkeren Ge-
hlechtes dar, durch die es den Weibchen zu gefallen sucht.
eweihlose männliche Hirsche und geweihtragende Weibchen

kommen nur ausnahmsweise vor. — Die Hörner der Rinder Schafe, Ziegen und Antilopen kommen beiden Geschlechtern gemeinsam zu, und dienen daher in erster Reihe als Waffen gege feindliche Thiere. — Sowohl die Hörner als auch die Geweih sind als Ersatzorgane für die oberen Schneidezähne und di Eckzähne anzusehen, besonders für die letzteren, eine Annahm die schon Aristoteles ausgesprochen hat. Die geweihlosen heutige Hirsche (Moschus, Hydropotes) und einzelne Gattungen mi sehr ursprünglichem Geweih (Elaphurus, Cervulus) habe noch wohlausgebildete Eckzähne, die übrigen dagegen nu rudimentäre (Edelhirsch, Reh) oder überhaupt keine.

Den vollkommensten Wiederkäuern, den Hohlhörnern un den nordamerikanischen Gabelantilopen fehlen die Eckzähne un die oberen Schneidezähne stets vollständig. Dafür haben sie zeit lebens in beiden Geschlechtern Hörner. Niemals treten voll kommen entwickelte Eckzähne und Hörner oder Geweihe gleich zeitig bei einem Wiederkäuer auf. — Im Gegensatz zu ihre gleichartigen Funktion sind Hörner und Geweihe ihrem Bau un ihrer Entwicklung nach sehr verschiedenartige Bildungen. Beid haben einen Knochenzapfen als Stütze, aber während beim Geweih dieser Knochenzapfen anfangs von behaarter Haut be deckt ist, die später verloren geht, erfolgt bei der Hohlhorn bildung eine Verhornung, die mit der darunter liegenden Leder haut als Ueberzug des knöchernen Stirnzapfens erhalten bleibt Ferner sind die Geweihe verästelt und werden alljährlich nac der Brunstzeit abgeworfen, während die Hörner nicht verästel sind und nicht abgeworfen werden. Eine besondere Stellun nimmt in Bezug auf die Hornbildung die nordamerikanisch Gabelantilope ein, deren Hörner gegabelt sind und durch Ab wurf der Hornscheide gewechselt werden. — Die Geweihe sin unter sich wieder sehr verschiedenartig gebildet. Das einfachst Geweih ist das der Giraffe. Es ist ein zeitlebens mit behaarte Haut bedeckter unverzweigter Stirnzapfen. Auf der Stufe de Giraffengeweihs steht das Hirschgeweih im Baststadium de Spiessers. Erst durch Nekrose der beim Kampf entblösste Spitze, deren Abwurf und Ersatz, entsteht das typische Hirsch geweih, dessen individuelle Entwicklung sich bei den ver schiedenen Hirscharten etwas verschieden gestaltet.

Einzelne Gattungen bringen es nur bis zum Spiesser (di

damerikaner (Coassus und Pudua), andere bis zum Gabler (Furer und Cervulus). Die meisten übrigen Hirscharten bringen nicht weiter als bis zum Sechser. Bei einigen Hirscharten rden die Geweihe schaufelartig, so bei Dam und Elch. Auch ividuell sind die Geweihe recht verschieden, je nachdem diee Hirschart in warmem oder kaltem, trockenem oder feuchtem ma lebt, reichliche oder spärliche Nahrung vorfindet. — Die iontologische Entwickelung der Hirschgeweihe entspricht im entlichen ihrer individuellen. So sind im Miocän nur Spiesser Gabler vorhanden, und erst im Pliocän treten Sechser und ter auf. Die Diluvialzeit war ausgezeichnet durch den jetzt zlich ausgestorbenen Riesenhirsch mit aussergewöhnlich mächtig wickeltem Geweih. — Was endlich die geographische Veritung der Hirsche anlangt, so fehlen solche gänzlich in Australien, seeland, Neuguinea und dem tropischen Afrika. Eine circumire Verbreitung besitzt das Rennthier, dessen Geweih sich durch sse Variabilität auszeichnet, und der Elch. Sehr weit veritet ist auch der Edelhirsch, da der kanadische Wapiti und asiatische Maral wahrscheinlich mit ihm spezifisch identisch d. Diese und andere Verhältnisse der geographischen Veritung der Hirsche erläuterte der Vortragende an einer Zumenstellung der Hirschgeweihe, die auf einer grossen Wandre an den Stellen ihres Vorkommens aufgehängt waren. Aus ser Zusammenstellung ergab sich auch deutlich, dass die Grösse Geweihe in den nördlichen Gegenden der Erde am bedeudsten ist, während die südlichen fast nur Hirsche mit kleinen weihen aufweisen.

566. Sitzung am 28. Juni 1901.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend: 21 Mitglieder.
Angemeldete Mitglieder: Herr Dr. Glaser, Assistent am chemischen Laboorium der Technischen Hochschule, Herr Privatdozent Dr. Schwarzmann, Assistent am Grossh. Naturalienkabinet.

Herr Prof. Dr. Futterer berichtete eingehend über die Verndlungen der internationalen seismologischen Konferenz, welche den Tagen vom 11.—13. April in Strassburg stattgefunden t; der Vortrag ist unter den Abhandlungen zum Abdruck bracht.

567. Sitzung am 13. Juli 1901.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend: 29 Mitgliede
Neu angemeldet als Mitglied: Herr Dr. Brode, Assistent am physika
chemischen Institut der Technischen Hochschule.

Herr Prof. Rupp hielt einen Vortrag über „Wein und
neue Weingesetz". Bei der Schilderung der Weinberei
hebt der Vortragende hervor, dass aus dem von den reifen V
beeren abgepressten Safte bei normalem Verlauf der Gähı
welch' letztere durch die an den Weinbeeren haftenden Hefez
eingeleitet wird, ohne jeden weiteren Zusatz ein gesunder, g
Wein erhalten werden kann. Der Redner schildert die bei
Gährung des zuckerreichen Traubensaftes, des Mostes, verlaufe
Vorgänge, wie die Bildung von Alkohol, Kohlensäure, Glyc
Bernsteinsäure neben geringen Mengen von Essigsäure und Bouc
stoffen. Nach dem Lagern, öftern Abziehen und Reifen ent
aus dem Jungwein der fertige klare Wein.

Nicht selten kommt es vor, dass, sei es durch eine mar
hafte Zubereitung des Weines, sei es durch Gährungsstörui
in Folge von Witterungseinflüssen bedingt, der Wein nicht
wird oder dass derselbe mit einem anderen Schönheitsfe
behaftet ist. In solchen Fällen wird eine Kellerbehandlı
bestehend im Klären, Schönen, Schwefeln des Weines, nothwen
die eingehend erläutert wird. In manchen Jahren, in denen
Trauben nicht zur Reife gelangen, werden sauere Moste erhal
Redner bespricht die Verbesserung solcher Moste mittelst I
säurungsmitteln und Zucker, insbesondere auch die Verfahren
Weinverbesserung von Chaptal, Gall und Petiot, die in let
Zeit aber in ein Strecken des Weines mit Zucker und Wa
bezw. mit Kunstwein ausgeartet seien.

Erstmals 1884 hat eine Kommission im Kaiserl. Gesundh
amt in Berlin Berathungen gepflogen, um den Sachverständi
einheitliche Untersuchungsmethoden für den Wein, sowie Anha
punkte zur Beurtheilung desselben an die Hand zu geben. V
Fälschungen wurden entdeckt und die gerichtlichen Hausdu
suchungen förderten allerlei Chemikalien zu Tage, die zur H
stellung von Wein benützt wurden.

Das Reichsgesetz vom 29. April 1892, betreffend den Verk
mit Wein, weinhaltigen und weinähnlichen Getränken, brac
die bekannten Grenzzahlen für Extrakt, Extraktrest und Mine

standtheile im Wein, manche Vorschriften desselben waren aber ht bestimmt genug, um der Fälschung die nöthigen Schranken setzen. Die Weine wurden in der Regel nur nach ihrem trakt- und Mineralstoffgehalt beurtheilt, statt den ganzen Chater, insbesondere das Aussehen und den Geschmack bei der rtheilung zu verwerthen. Es fanden sich leider Chemiker ug, die derartigen geringwerthigen Produkten, welche aus imalen Mengen von Traubensaft und hauptsächlich aus verrenem Zucker bestanden, das Zeugniss der „Analysenfestigkeit" stellten.

Die reellen Weinproduzenten mussten geschützt werden und am 1. Oktober d. J. in Kraft tretende neue Weingesetz dürfte unreellen Gebahren im Handel und Verkehr mit Wein sichere ranken setzen. Redner erläutert die in diesem Gesetz anernte Kellerbehandlung des Weines, die Verbesserung desselben telst Entsäuerungsmitteln, sowie das Verbessern des Weines Zucker ohne erhebliche Vermehrung. Dabei hob derselbe vor, dass Weine, die einen Zusatz von Zucker erhalten haben, ht unter Bezeichnungen verkauft werden dürfen, welche die nahme erwecken können, dass dieser Zusatz nicht stattgefunden t. Es wurden ferner die Trester-, Hefe- und Rosinenweine, h die sogenannten Kunstweine, deren Herstellung nach dem uen Weingesetze verboten ist, sowie eine Reihe von Chemikalien, nservirungsmitteln, von Klärmitteln, künstlichen Süss- und rbstoffen besprochen, die dem Wein überhaupt nicht zugesetzt rden dürfen.

Nach der Beschreibung des heutigen Standes der Weinanalyse ichte der Vortragende Mittheilungen über die von ihm angellten Versuche bezüglich des elektrolytischen Leitungsvermögens s Weines, von dem er hofft, dass er sich ebenso wie beim inkwasser zu quantitativen Bestimmungen eignet und so Messücke und Telephon der analytischen Chemie dienstbar gemacht rden kann.

Der Vortragende zeigte an einem Experiment, dass sich der bdampfrückstand, das heisst die Menge der fixen Bestandtheile nes Trinkwassers durch die Bestimmung der Leitungsfähigkeit sselben ausserordentlich schnell und fast mit derselben Genauigeit feststellen lässt, als durch das übliche zeitraubende Eindampfen eines bestimmten Volumens Wasser, sowie Trocknen und

Wägen des erhaltenen Rückstandes, so dass sich das rheometri
Verfahren insbesondere für Controlanalysen sehr gut eignet.

An den Vortrag knüpfte sich eine längere lebhafte Dis
sion, an der sich die Herren Dr. Dittrich, Geheimerath Eng
Prof. Le Blanc, Hofrath Meidinger, O. Ammon, Dr. Gla
Prof. Oechelhäuser, Prof. Schleiermacher und Hofrath L
mann betheiligten und welche davon Kenntniss gab, mit
chem Interesse die Mittheilungen des Vortragenden aufgenom
wurden.

568. Sitzung am 25. Oktober 1901.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 62 Mitglieder.

Der Vorsitzende theilt mit, dass in den Tagen vom 25.
27. Oktober die Naturhistorische Gesellschaft in Nürnberg
100-jähriges und die Société Nationale des Sciences Naturelle
Mathématiques in Cherbourg ihr 50-jähriges Stiftungsfest feier
es wird beschlossen, den Vorstand zu ermächtigen, beiden geleh
Gesellschaften die Glückwünsche des Vereins zum Ausdruck
bringen. Weiter machte der Vorsitzende bekannt, dass H
Prof. Hittorf in Münster am 12. Januar 1902 sein 50-jähri
Professorenjubiläum feiere; in Anbetracht der hohen wissensch
lichen Verdienste des greisen Jubilars schlug er vor, ihm in ei
Adresse die Glückwünsche des Vereins auszudrücken; die V
sammlung erklärt sich damit einverstanden.

Zum Schlusse theilte der Vorsitzende mit, dass die Büch
sammlung des Vereins nunmehr in einem Raum der Technisc
Hochschule, der in dankenswerther Weise von der Gr. Regier
zur Verfügung gestellt worden sei, untergebracht sei, und l
zu fleissiger Benützung ein.

Der Vorsitzende hielt sodann einen Vortrag ül
Autoxydation und Selbstentzündung, worin er anknüpfe
an die neuesten Ansichten über den Vorgang bei der Verbren
ung und bei sonstigen Oxydationsprozessen ausführte, dass au
der Vereinigung des Sauerstoffs mit dem verbrennenden Körp
bei den gewöhnlichen Verbrennungsprozessen die Bildung v
Peroxyden, das sind mit Sauerstoff überladene Verbindunge
vorausgehe, ähnlich wie dies bei den schon bei gewöhnlich
Temperatur von selbst verlaufenden sogenannten Autoxydation

prozessen der Fall ist. Verbindungen dieser Art wurden eine Anzahl im hiesigen Laboratorium hergestellt und dienten zur Begründung der neuen Theorie, die darin besteht, dass die zuerst gebildeten Peroxyde ihren Sauerstoff an die brennenden Stoffe weitergeben und so den Verbrennungs- und Oxydationsprozess vermitteln. In nahem Zusammenhang damit steht die Selbstentzündung, denn, indem gewisse Stoffe schon bei gewöhnlicher Temperatur mit dem Luftsauerstoff solche Peroxyde bilden, die an sich äusserst kräftige Oxydatoren sind, übertragen diese den Sauerstoff weiter auf den brennbaren Körper und dieser entzündet sich oder andere Stoffe gleichsam von selbst, er wird zum Pyrophor Eine Substanz dieser Art, die beim Erwärmen explodirt, wurde vorgezeigt, ebenso wurde durch eine Reihe von Versuchen die mehr oder weniger leichte Selbstentzündlichkeit verschiedener Stoffe erläutert. Auch die Selbstentzündung des Heus, der Steinkohle und gewisser Fettabfälle müssen auf solche Autoxydationsprozesse zurückgeführt werden. Beim Heu ist es der bei feuchtem Zustand eintretende Gährungsprozess, durch den die Temperatur im Innern eines Heuhaufens auf 70 und mehr Grad sich steigert und wodurch unter Mitwirkung von Bakterien das erhitzte Heu in einen halbverwesten und halbverkohlten Zustand übergeht, in dem es die Erscheinung der Autoxydation zeigt. Tritt desshalb Luft zu einer derart erhitzten Heumasse, so entzündet sie sich. Lüftung eines schon sehr heiss gewordenen Heuschobers ist desshalb verwerflich; sie kann die Entzündung geradezu herbeiführen. Vielmehr soll man feucht eingebrachtes Heu nur sorgfältig beobachten und falls es im Innern so heiss wird, dass die Hitze für die Hand unangenehm wird, insbesondere wenn es statt des stark aromatischen Duftes einen schärferen Geruch annimmt oder gar etwas zu qualmen anfängt, dasselbe auseinanderreissen und zur Abkühlung ausbreiten. Auch allzurasches starkes Einsinken des Heuhaufens ist ein bedenkliches Symptom.

Aehnlich verhält es sich mit der Selbstentzündung der Steinkohle, die schon zu so zahlreichen, zumal auf Schiffen so gefahrvollen Bränden geführt hat, nur dass dabei auch noch der den Kohlen beigemengte Eisenkies oder Schwefelkies, der sich in feiner Vertheilung an feuchter Luft sehr energisch oxydirt und erhitzt, eine Rolle spielt. Auch die Kohle ist ein Verwesungsprodukt pflanzlicher Substanz wie das pyrophore Heu und kann

sich deshalb, falls sie noch auf grossen Haufen liegt, im I
entzünden. Lüftung durch einzuführende Luftkanäle ist
hier zu verwerfen; bei eintretender Erhitzung und Bildun
Qualm müssen die Kohlen rasch auseinandergeworfen, nach
entstandenem Brand, z. B. in Schiffsräumen, die Luft n
Wasserdampf oder Kohlensäure verdrängt werden.

569. Sitzung am 8. November 1901.

Vorsitzender Herr Geheimerath Engler. Anwesend 51 Mitglied
Neu angemeldete Mitglieder: Herr Chemiker Dr. Glaser, Herr Dr.
Professor der Geometrie der Technischen Hochschule.

Der Vorsitzende theilte mit, dass die Stiftung,
im Frühjahr dem Verein für Zwecke der Erdbebenforschung
mentarisch vermacht wurde, die Genehmigung der Regieru
halten habe.

Herr Dr. May hielt sodann einen Vortrag über „Er
Darwin", der unter den Abhandlungen abgedruckt ist.

570. Sitzung vom 22. November 1901.

Vorsitzender Herr Geheimerath Engler. Anwesend 134 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Herr Dr. Paul Eitner, Abtheilungsvorst
an der Grossherzoglichen chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanst
Herr Dr. Frankenstein, Assistent an der Technischen Hochschule.

Im physikalischen Hörsaal der Technischen Hochschule h
Herr Hofrath Professor Dr. Lehmann einen Vortrag ül
„Elektrische Entladungen, speziell über Elektrone
Kathoden- und Kanalstrahlen".

Der Vortragende erörterte zunächst die Gründe, wel
dazu führten, die alte Hypothese von dem im elektrischen Funk
zu Tage tretenden elektrischen Fluidum, sowie die Hypothese (
die geladenen Leiter umgebenden elektrischen Atmosphäre
verlassen und mit Faraday als den Sitz der elektrischen Energ
den Isolator oder das von Kraftlinien durchzogene, den Condukt
umgebende Dielektrikum zu betrachten, welches sich in eine
eigenthümlichen Zwangszustand befindlich zu denken ist, ve
gleichbar der elastischen Spannung einer aufgezogenen Fede

es unter Funkenbildung durchreisst, wenn die Spannung ... wird. Sodann legte er an der Hand von zahlreichen ...ten Zeichnungen und Experimenten besonders die Ergeb... eigener Untersuchungen dar, welche den Zweck hatten, die ...heiten des Entladungsvorganges näher aufzuklären.

Die Zerreissung des Dilektrikums ist allerdings analog dem ... einer allzu straff gespannten Feder, doch darf man dabei ... an elastische Kräfte denken, da der Funke nicht nur in ... festen, sondern auch in einem flüssigen oder luftförmigen ...r auftreten kann. Man muss vielmehr annehmen, das ...n des Entladungsvorganges beruhe auf Zertrümmerung der ...üle, d. h. Ueberwindung der die Atome zu Moleküle ver...nden Attraktionskräfte. In solchem Sinne kann man von „elektrischen Festigkeit" des Dilektrikums sprechen. Ver... dieselbe für Gase zu bestimmen durch Messung, in welcher ...nung mit dem betreffenden Gase gefüllte Glasgefässe bei ...erung an einen geladenen Konduktor aufleuchten, oder bei ...r Spannung die Entladung an einer in dem Gase befind... Spitze eintritt, hatten verschiedener Störungen halber ... den gewünschten Erfolg. Immerhin konnte konstatirt ...n, dass entgegen der noch bis vor wenig Jahren herrschen... Ansicht, eine Elektrisirung der Luft durch Spitzenentladung ...nmöglich, und die Erscheinungen des sogenannten elektrischen Windes würden nur durch Staubpartikelchen verursacht, die von ...er Spitze fortgestossene Luft thatsächlich eine beträchtliche Menge von Elektrizität enthält, als deren Träger nur durch Zertrümmerung der Moleküle entstandenen elektrischen Atome ...dacht werden können.

Alle Erscheinungen weisen darauf hin, dass sämmtliche ...ome elektrische Ladungen besitzen, welche verborgen bleiben, lange dieselben zu Molkülen vereinigt sind, weil beide Elektri...äten in gleicher Menge vorhanden sind und somit ihre Wir...ngen nach aussen sich gegenseitig aufheben. Zu dieser An...hme führen insbesondere auch die Untersuchungen von ... A. Lorentz (1880), welche eine wesentliche Ergänzung der ...n Maxwell und Hertz begründeten elektromagnetischen Licht...eorie darstellen, indem durch sie der Nachweiss erbracht ...rde, dass die Farbenzerstreuung des Lichtes bei der Brechung ...ispersion) ihren Grund hat in dem Vorhandensein beweglicher

elektrischer Ladungen in den Atomen, der sogenannten „Ele
tronen“. Auch das eigenthümliche Verhalten der „flüssig
Krystalle“, deren Struktur sich kaum anders als durch d
Wirkung elektrischer oder magnetischer Kräfte zwischen d
Molekülen erklären lässt, ferner auch die in neuerer Zeit v
Planck aufgestellte Theorie der „Strahlung schwarzer Körper
führen zu ähnlichem Ergebniss.

Die Lichterscheinung, welche bei der elektrischen Entladu
auftritt, kann man sich hervorgebracht denken durch die b
Begegnung entgegengesetzt geladener Atome auftretend
elektrischen Schwingungen. Die Verschiedenheit der Lichte
scheinungen am positiven und negativen Pol lässt sich vielleic
zurückführen auf Umhüllung des negativen Pols mit posit
elektrischer Luft, welche ihre Elektrizität an diesen schwierig
abgibt, als umgekehrt negative Luft an den positiven Pol.

Die weiteren Untersuchungen bezweckten hauptsächlich gera
diese Frage aufzuklären. Um die Störungen zu vermeiden, d
sich in engen Entladungsgefässen, sogenannten Geissler'sch
Röhren, wie sie gewöhnlich gebraucht werden, zu vermeide
wurden die Versuche ausgeführt in grossen sogenannten „elek
trischen Eiern“ von 36 bis 40 cm Weite und 60 bis 80 c
Länge. Das Arbeiten damit erwies sich allerdings nicht ga
ungefährlich, in sofern es sich wiederholt ereignete, dass d
Gefäss durch den äusseren Luftdruck zertrümmert wurde, wob
die Splitter bis 15 Meter weit flogen und sogar in Eichenho
eindrangen. Zum Schutze der Zuhörer wurde desshalb bei d
Demonstrationen das elektrische Ei hinter einer starken Spieg
glasscheibe aufgestellt.

Auf die Einzelheiten der beobachteten Erscheinungen, welc
sich nur unter Beiziehung von Figuren beschreiben liesse
kann hier nicht eingegangen werden. Als besonders interessa
und bisher nicht beobachtet mag aber angegeben werden, da
sich unter Umständen bei gleichbleibendem Gasdruck eine ausse
ordentlich starke Veränderlichkeit des dunkeln Kathodenraum
zeigte, dessen Dicke beispielsweise bei einem Versuch im La
einer Stunde sich von etwa 4 cm bis zu 40 cm vergrösserte, s
dass schliesslich auch die Anode in ihn eintauchte und damit d
Stromdurchgang unmöglich gemacht wurde. Ferner gelang e
bei relativ mässigen Verdünnungen und gleichzeitiger Einwirkun

eines magnetischen Feldes mehrere Meter lange Bündel von blauen negativen Glimmlichtstrahlen zu erhalten, welche ungestört mehrere als Anode benutzte Drahtnetze durchdrangen, ja sogar durch ein aus entgegengesetzter Richtung kommendes gleich langes Bündel von Glimmlichtstrahlen sich fortpflanzen konnten, und ebenso durch ein Bündel von Kanalstrahlen. Bei solcher gegenseitiger Durchdringung zweier Entladungen ergab sich ferner, dass die positive Entladung in den dunkeln Kathodenraum einzudringen vermag, allerdings nur schwierig, und dass sie dann die Form eines dünnen blauen Strahls annimmt, welcher von einem Glimmlichtstrahl nicht zu unterscheiden ist. Es hält schwer, diese Erscheinungen vom Standpunkt der dargelegten Theorie aus zu erklären, zumal da nothwendig die Annahme gemacht werden muss, dass bei jeder Entladung positive und negative Entladung in äusserst rascher Folge alterniren, während thatsächlich doch von solchen Intermittenzen nichts zu bemerken ist. Es kommt hinzu, dass die Entladung auch in dem einatomigen Quecksilberdampf möglich ist, in welchem von einer Zertrümmerung der Moleküle natürlich keine Rede sein kann. Die neue sogenannte „Elektronentheorie“ nimmt deshalb an, dass nicht eine Zertrümmerung der „Moleküle“, sondern vielmehr der „Atome“ stattfindet, dass speziell negativ geladene Partikelchen, deren Masse ungeheuer viel kleiner ist als die des kleinsten Atoms, mit der fast unfassbaren Geschwindigkeit von 100 Millionen Meter in der Sekunde von der Kathode fortgeschleudert werden und hiedurch die Erscheinung der „Kathodenstrahlen“ und indirekt die der Glimmlichtstrahlen hervorrufen, während die nach entgegengesetzter Richtung geschleuderten positiven Reste als „Kanalstrahlen“ erscheinen. Das Verhalten der genannten Strahlenarten gegen elektrische und magnetische Kräfte steht mit dieser Annahme im Einklang. Ebenso erklärt sich dadurch eine eigenthümliche Veränderung, welche das Licht einer gasförmigen Lichtquelle erleidet, wenn dieselbe in ein starkes magnetisches Feld gebracht wird, das sogenannte „Zeeman'sche Phänomen“. In verdünnter Luft können die Elektronen verhältnissmässig lange Wege zurücklegen, in dichterer nur kurze, da sie bald von den Molekülen aufgefangen werden und dann die Erscheinung des elektrischen Windes hervorbringen. Mehr oder minder gut lässt sich durch die Elektronentheorie auch das Auftreten der Lenard- und Röntgen-

strahlen, sowie die Einwirkung des ultravioletten Lichtes a
elektrische Körper deuten, und, nachdem in jüngster Zeit
Nachweis erbracht ist, dass auch die Becquerelstrahlen ge
magnetische und elektrische Kräfte sich ganz ebenso verhal
wie die Kathodenstrahlen, wird es nöthig sein, auch diese
Ströme von Elektronen zu deuten, obschon vorläufig nicht gelun
ist, eine Ursache aufzufinden, welche solche Ströme hervorru
könnte.

Die nähere Untersuchung der Elektronenbewegung hat fer
zu der Annahme geführt, dass die Masse der Elektronen ni
nur sehr klein ist gegen die Masse der gewöhnlichen Ato
sondern in Wirklichkeit überhaupt nicht existirt, in sofern
so ausserordentlich rasch bewegter, völlig massenloser elektrisc
Punkt doch eine gewisse Trägheit zeigen muss, weil er ein mag
tisches Feld um sich erzeugt, dessen Bildung einen Energ
verbrauch bedingt. Die Annahme, dass die Elektronen auch
der metallischen Leitung sich fortzubewegen vermögen und
elektrischen Strom bilden, hat ermöglicht, auch die thatsächli
Beziehung zwischen elektrischer Leitung und Wärmeleitung
deuten. Auch diese Annahme hat somit eine gewisse Wahrsche
lichkeit. Allerdings würde man dadurch fast wieder auf d
Standpunkt der alten Theorie des elektrischen Fluidums, welc
die Leitung durchfliesst und in Funken zum Vorschein kom
zurückkommen.

Weitere Spekulationen, dass vielleicht die Atome überha
nur Aggregate von Elektronen seien, dass also überhaupt j
Masse nur eine scheinbare Masse sei und eine Gravitation
Sinne einer Einwirkung nicht existire, dass sich vielleicht
Traum der Alchemisten doch noch verwirklichen lasse und a
die Lebensthätigkeit der kleinsten Organismen der Bakterien
besserer Weise als auf Grund der relativ groben Atomstruk
durch das Getriebe der winzigen Elektronen erklärbar sein müs
mag nur hingewiesen werden.

Von wirklichem Werth wird die neue Theorie erst dann, we
sie nicht nur wenige einzelne Erscheinungen, sondern die Gesamm
heit der zahlreichen beobachteten Thatsachen bezüglich des E
ladungsvorgangs zu erklären vermag. Vorläufig hat es aber d
Anschein, die alte Theorie von Faraday passe auf die weita
grössere Zahl der beobachteten Erscheinungen. Klarheit ka

nur gewonnen werden durch Beobachtung grösster Vorsicht bei jedem Schritt und durch innige Verbindung von Theorie und Experiment.

571. Sitzung am 6. Dezember 1901.

Vorsitzender: Geheimerath Dr. Engler. Anwesend: 31 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Lehramtspraktikant Horn.

Herr Prof. Dr. Schultheiss berichtete zunächst im Anschluss an einen im Winter gehaltenen Vortrag über das Hagelschiessen, d. i. über die Bestrebungen, die Hagelbildung durch Abgabe von Schüssen zu verhindern. Die praktisch wie theoretisch interessante Frage der Wirksamkeit des Hagelschiessens wurde eingehend auf der Tagung der deutschen Meteorologischen Gesellschaft, welche vor Ostern in Stuttgart stattgefunden hat, durchberathen. Das Ergebniss war, dass die Fachleute in der schon vorher herrschenden Ansicht noch bestärkt wurden, welche dahin geht, dass erhebliche theoretische Bedenken gegen die Wirksamkeit des Hagelschiessens beständen, weil insbesondere den aus den Wetterkanonen herausfahrenden Luftwirbelringen nur auf geringe Entfernungen grössere Energie innewohne, während in etwa 300 Meter Entfernung keinerlei Wirkung mehr zu verspüren sei; man müsse sich aber gleichwohl eines endgiltigen Urtheils enthalten, bis die Ergebnisse der von Fachleuten im Auftrag der österreichischen Regierung angestellten Untersuchungen vorlägen. Auf der Stuttgarter Versammlung war auch die Kostenfrage berührt worden; darnach erfordert jede Schiessstation etwa 400 M. einmalige und etwa 110 M. laufende Kosten. Würde in Württemberg jeder Quadratkilometer durch eine Wetterkanone vertheidigt, so würde das Schiessen in einem Jahr so viel kosten, als der Hagelschaden durchschnittlich beträgt. Ein nach österreichischem Muster in den von Hagel besonders oft heimgesuchten badischen Amtsbezirken Engen, Stockach und Ueberlingen eingerichtetes Netz von Schiessstationen würde einen einmaligen Aufwand von mehr als 400 000 M. und einen laufenden jährlichen von rund 115 000 M. erfordern, während der mittlere jährliche Hagelschlag rund 200 000 M. beträgt. Wie unwirthschaftlich das Hagelschiessen ist, geht auch daraus hervor, dass in mindestens 90 Proz. aller Fälle umsonst geschossen wird, da nur 5 bis 10 Proz. aller Ge-

witter Hagel im Gefolge haben; weil man nicht vorher erkenn
kann, ob ein Gewitter Hagel bringt oder nicht, muss bei jed
geschossen werden. Berichte über Wirksamkeit des Hagelschiess
können nicht ohne weiteres als beweiskräftig angesehen werd
weil es, auch ohne dass geschossen wird, vorkommt, dass im Z
eines Hagelwetters ganz verschonte Gebiete liegen. Der V
tragende zeigte zwei auf einer Karte des südlichen Badens e
getragene Hagelwetter, von denen das eine fünf, das andere a
von einander getrennte Gebiete betroffen hat.

Berichte über die österreichischen Versuchsfelder liegen :
Zeit noch nicht vor, wohl aber über die italienischen. Die bei
von der italienischen Regierung in die oberitalienischen Hag
schiessgebiete abgesandten Meteorologen, die Professoren Pochett
und Rizzo, haben über ihre während eines ganzen Somm
gemachten Erfahrungen eingehend berichtet. Demnach bewa
heiten sich mehrere von den Hagelschiessenden behaupteten I
scheinungen, z. B. dass Löcher in die Wolken geschossen würd
und dass die elektrischen Entladungen nachlassen, nicht. Profes
Pochettino theilt mit, dass unter 192 Fällen, in denen es in ein
bestimmten Gebiete hagelte, 60 mehr oder weniger für ei
Wirksamkeit des Schiessens, 123 dagegen sprachen; 46 dav
waren grobe Misserfolge. Auch der Generalinspektor der ital
nischen Hagelversicherungsgesellschaft in Mailand, Stabili
berichtet über 16 Fälle, in denen es trotz regelmässigen Schiess
stark, selbst bis zur Vernichtung der Ernte gehagelt habe. I
abwartende Haltung der Fachkreise ist demnach vollkomm
berechtigt.

An den Vortrag knüpfte sich eine Besprechung an, an welc
sich ausser dem Redner die Herren Dittrich, Futterer, Jahra
und Meidinger betheiligten.

Herr Lehramtspraktikant M. Reichmann sprach sodann üb
die Erdbeben in Baden im Jahre 1901. Das erste fand a
24. März zwischen 4.20 und 4.26 Uhr morgens statt und betr
den südlichen Schwarzwald und die nordwestliche Schweiz. I
Erschütterung erreichte Stärkegrad 3 nach der von Futter
abgeänderten Forel'schen Erdbebenskala. Zu den am stärkst
betroffenen Orten zählen die Ortschaften im Wiesenthal, an d
Rheinthalspalte und im Münsterthal. Das pleistoceiste Gebi
lag im unteren Wiesenthal. Der Vortragende gab dann ein

Ueberblick über den geotektonischen Bau des betroffenen Gebiets. Seine Ausführungen führten zu folgendem Ergebniss: Das Erdbeben entstand durch eine Verschiebung von Sedimentschollen im unteren Wiesenthal. Von hier pflanzte sich das Erdbeben weiter nach Nordosten und Südwesten, als nach anderen Richtungen fort. Im Osten und Westen ist das Schüttergebiet durch Verwerfungslinien abgegrenzt. Die Rheinthalspalte erwies sich als ausgezeichnete Schütterlinie. — Das zweite Beben fand am 22. Mai zwischen 7 Uhr 57 und 8 Uhr 3 morgens statt und betraf ebenfalls das Wiesenthal. Als Ursache dieses Bebens ist gleichfalls eine Dislokation anzunehmen.

An der Besprechung, welche sich an den Vortrag anschloss, betheiligten sich die Herren Delisle, Engler, Futterer und Jahraus, sowie der Redner.

572. Sitzung am 20. Dezember 1901.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 36 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Herr Oberamtmann Jacob, Herr Nervenarzt Dr. Neumann.

Herr Dr. Wilser aus Heidelberg sprach über „Rasse und Gesundheit". Der Vortrag ist sammt der Besprechung, die sich daran anschloss, unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht.

573. Sitzung am 10. Januar 1902.

Gemeinsam mit dem Kolonialverein und der Gesellschaft Museum.
Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler.

Im grossen Saale des Museums sprach Herr Dr. Heinroth aus Berlin über „Land und Leute im Bismarckarchipel" unter Vorführung vieler selbstgefertigter Lichtbilder.

574. Sitzung am 17. Januar 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 70 Mitglieder.

Im chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule sprach Herr Prof. Dr. Haber über den „textilen Flachdruck" mit zahlreichen Experimenten.

575. Sitzung am 7. Februar 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 22 Mitglieder.
Neu angemeldet als Mitglieder: Die Herren Fabrikdirektor Beeg in Durla Dr. Heinsheimer, Fabrikdirektor Platz, Assistent Dr. Sieveking

Herr Prof. Leutz hielt einen Vortrag über „Erdbebe Messapparate".

Seismometer sind Instrumente, welche den ganzen Verl eines Erdbebens registriren sollen, während Seismoskope nur e zelne Phasen der Erscheinung festlegen. Die Seismometer gel entweder nur die horizontale oder vertikale Komponente der E bewegung oder beide zugleich. Die horizontale Bewegung w mit Hilfe von Pendeln und rollenden Körpern bestimmt, die ver kale unter Anwendung von Spiralfedern und hydrostatiscl Systemen.

Aus der grossen Mannigfaltigkeit der vorhandenen Seism meter wurden einzelne beschrieben, besonders eingehend (Ewing'sche lange Pendel, das Ewing'sche Doppelpendel mit d von Milne angebrachten Verbesserungen, die Grablowitz'sch Pendel, die Mikroseismographen von Vicentini und schliesslich (Horizontalpendel von Milne und Rebeur-Paschwitz in ihren ve schiedenen Ausführungen.

576. Sitzung am 21. Februar 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 37 Mitglieder.
Neuangemeldetes Mitglied: Herr Chemiker Dr. Kaufmann.

Herr Dr. Kronstein sprach über „Natürliche und küns liche Harze". Nach einer kurzen Einleitung, in der der V(tragende die bis jetzt aufgestellten Harztheorien in solche thei welche nur dem Verhalten der Harze Rechnung tragen, und solche, die nur die Bildung derselben zu erklären suchen, geht auf das Polymerisationsproblem über. — Ueber die innern Vc gänge, welche sich abspielen, wenn flüssige organische Substanz nach längerem Stehen fest werden, ohne etwas aufzunehmen od abzugeben, war bis jetzt nichts bekannt. Dem Vortragend gelang es, nachzuweisen, dass die Hälfte des flüssigen Körpe sich in einen höhermolekularen Körper verwandelt, welchen vorläufig als Zwischenprodukt bezeichnet. Die Zwischenproduk verschiedener Substanzen zeigen in jeder Hinsicht das gleicl

Verhalten und bilden eine Körperklasse für sich. Charakteristisch für diese Körperklasse ist die Thatsache, dass gleiche Gewichtstheile des Zwischenprodukts und des monomolekularen Körpers beim Erhitzen die Erscheinung des Gerinnens zeigen. Der geronnene Körper ist unlöslich und geht beim Erwärmen in einen festen Zustand über. Vortragender zeigt ein solches Produkt, welches aus einem Zimmtsäurederivat hergestellt ist, und welches das gleiche Aussehen und die gleichen Eigenschaften hat, wie der natürliche Bernstein. Indem der Vortragende das Verhalten dieses künstlichen Harzes mit dem des natürlichen Bernsteins vergleicht, kommt er zum Schluss, dass ein Unterschied zwischen denselben nicht vorhanden sei. Es ist also zum ersten Mal der Aufbau eines Harzes gelungen. Durch Versuche führt Redner die Uebergänge der flüssigen Körper in einen gelatineartigen Zustand und die Verwandlung des letzteren in den festen Zustand vor. Zum Schluss bespricht er seine neue Harztheorie, nach welcher er die Harze als reine Polymerisationsprodukte vom Typus des Styrols auffasst. Ausser dem polymerisirten Körper enthält das Baumöl nicht polymerisirende Theile. Letztere können nicht die Bildung des Zwischenprodukts, wohl aber die Gelatinirung verhindern. Ihre Wirkung ist nur durch ihre Menge bedingt. Ist diese klein, so entstehen Balsame, welche sich mit der Zeit in Hartharze verwandeln. Uebersteigt der Gehalt der nichtpolymerisirenden Substanzen ein gewisses Verhältniss, so entstehen Weichharze, resp. solche Balsame, welche nicht befähigt sind, Hartharze zu bilden.

An der Besprechung, die sich an den durch mehrere Experimente veranschaulichten Vortrag knüpften, betheiligten sich die Herren Ammon, Beeg, Doll, Engler, Kaufmann, sowie der Vortragende.

577. Sitzung am 7. März 1902.

In Anwesenheit Ihrer Königl. Hoheiten des Grossherzogs und der Grossherzogin und zahlreicher eingeladener hoher Gäste sprach Herr Prof. Dr. Braun aus Strassburg in der Aula der Technischen Hochschule über sein „System der drahtlosen Telegraphie“ mit experimentellen Vorführungen.

578. Sitzung am 14. März 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 45 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Prof. Dr. Bauer, Prof. Dr. J. Behrens a Augustenberg, Civiling. Eppenich, Buchdruckereibesitzer Dr. A. Knitt

Herr Professor Dr. Mie hielt einen Vortrag über die „Elel trolyse der Luft". Nach der heutigen Auffassung ist ein ele trisches Feld ein Raum, in welchem sich der Weltäther (d. h. d nichtgreifbare Theil der Materie) in einem eigenthümlichen Z stand der Spannung befindet. Aber ebenso, wie eine elastisc Feder sich nicht von selbst ausspannt, sondern nur durch (Wirkung einer äusseren Kraft, die durch einen mit ihr (et durch Klemmschrauben) verbundenen Körper vermittelt wir so kommt auch ein elektrisches Feld nur zu Stande, wenn (greifbaren Theilchen der Materie, die mit dem Aether wirksa verbunden sind, durch die ihnen „eingeprägten" Kräfte geeigne Ortsveränderungen erfahren. Die Verbindung, wenn man wi die Klemmschraube, zwischen Atom und Aether ist die elektrisc Ladung. Die ersten Kenntnisse über die Ladungen der Aton oder „Jonen" verdanken wir den Untersuchungen Faraday's üb die Leitung in Elektrolyten. Danach überträgt jedes sich au scheidende Atom (oder Radikal), eine Elektrizitätsmenge, welcl seiner chemischen Valenz proportional ist, sonst aber nicht v der Natur des Atoms abhängt. Die kleinste elektrische Ladun die möglich ist, die des einwerthigen Atoms, nennt man d elektrische Elementarquantum. Es ist kürzlich Planck gelunge den genauen Werth des Elementarquantums zu berechnen. D Gase sind im Allgemeinen gute Isolatoren, nur durch besonde Mittel, z. B. starke Erhitzung, Funkenentladung, gewisse chemiscl Prozesse kann man sie leitend machen. Aber in all diese Fällen sind zu viele Nebenwirkungen vorhanden, die den Vo gang unübersichtlich machen. In den letzten Jahren hat ma in den Röntgenstrahlen ein Mittel gefunden, welches die Ga ohne weiteres in Leiter der Elektrizität verwandelt, allerding immer von sehr hohem Widerstand. Um die Untersuchung diese leitenden Gase hat sich besonders J. J. Thomson in Cambridg mit seinen Schülern verdient gemacht, in Deutschland in beson ders hohem Grade Elster und Geitel in Wolfenbüttel. Thom son ist es gelungen, zu zeigen, dass das leitende Gas positiv und negative Partikelchen suspendirt enthält, die man durch ei

elektrisches Feld von einander trennen kann. Leitet man durch ein Gasquantum, das einer konstanten Röntgenstrahlung ausgesetzt ist, einen elektrischen Strom, so folgt dieser bei sehr geringen Stromstärken dem Ohm'schen Gesetz. Verstärkt man ihn nach und nach, so erreicht man schliesslich einen Maximalwerth, über den man mit keinen Mitteln hinauskommen kann. Es ist dann die Zahl der elektrischen Theilchen, die der Strom dem Gas entzieht, genau gleich der durch die Röntgenstrahlen fortwährend neu gebildeten. In Luft, die mit Feuchtigkeit übersättigt ist, bilden die Jonen Nebelkerne. Es gelang Thomson, die Zahl der in einem den Röntgenstrahlen ausgesetzten Gasquantum gebildeten Nebeltropfen zu zählen, und damit auch direkt die Zahl der Jonen zu bestimmen. Berechnete er daraus den Werth des elektrischen Elementarquantums, so ergab sich eine gute Uebereinstimmung mit dem Planck'schen Werth. Die positiven und die negativen Jonen sind von einander verschieden, also sind nicht etwa in den chemisch einfachen Gasen zwei gleiche Atome, die sich nur durch ihre elektrische Ladung unterscheiden. Die negativen Jonen haben eine grössere Wanderungsgeschwindigkeit. Bläst man elektrolysirte Luft durch ein zur Erde abgeleitetes Metallrohr, so gehen die negativen Jonen schneller zum Metall hin und die Luft kommt mit einem kleinen Ueberschuss positiver Ladung heraus. Ferner bilden sich um die negativen Jonen leichter Nebeltropfen, als um die positiven. Die von Hertz zuerst entdeckten lichtelektrischen Erscheinungen, bei denen dieselben Jonen auftreten, wie bei der Wirkung der Röntgenstrahlen, gestatteten Thomson, die Grösse eines negativen Jons zu bestimmen. Er fand, dass sie den 700. Theil eines Wasserstoffatoms ausmacht. Neuere Untersuchungen machen es wahrscheinlich, dass dieser Werth noch dreimal so gross ist als der richtige. Bei der Elektrolyse der Luft wird also nicht nur das Molekül, sondern vielmehr das Atom selbst in ein grosses positives und ein äusserst kleines negatives Jon, das „Elektron", zerspalten. Elster und Geitel haben gefunden, dass schon die gewöhnliche Luft, wenn auch in äusserst geringen Mengen, dieselben Jonen enthält, wie die den Röntgenstrahlen ausgesetzte, und haben höchst interessante Anwendungen für die Erklärung der elektrischen Ladungen der Atmosphäre und der Erde gemacht. Von besonderer Bedeutung sind neuerdings die sogenannten radio-

aktiven Substanzen geworden, Körper, die aus eigener Kraft 1
grosser Geschwindigkeit Elektronen abschleudern und dadu
die Luft jonisiren.

An der Diskussion betheiligten sich die Herren Arno
Engler, Haber, Lehmann und Müller.

579. Sitzung am 2. Miai 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 68 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Baurath Freiherr von Babo.

Der Vorsitzende theilte mit, dass der Vorstand beschlos
habe, Seiner Königlichen Hoheit dem Grossherzog aus Anl
seines 50jährigen Regierungsjubiläums eine Festschrift zu üb
reichen. Diese sei inzwischen fertiggestellt und übergel
worden; sie enthalte Beiträge von den Herren Brauer, Schlei
macher, Lehmann, Engler und May. Ihr Inhalt werde a
im nächsten Bande der Verhandlungen des Vereins zum Abdr
gebracht.

Der Vorsitzende brachte sodann den ersten Band des v
dem Mitglied Herrn Hofrath Arnold verfassten Werkes über d
Gleichstrommaschine unter dem Ausdruck des besten Dankes
den Verfasser zur Vorlage.

Hierauf sprach Herr Privatdozent Dr. Muth über „Das Pro
lem der Befruchtung". Nach den Ausführungen des Vortrage
den ist dieses Problem eines der ältesten und zugleich interessa
testen, das zur Zeit so recht wieder im Vordergrund der nat
wissenschaftlichen Forschung steht; erst auf der Naturforsch
versammlung in Hamburg hat einer der berufensten Vertreter a
diesem Gebiete, der Würzburger Zoologe Boveri, seine Ansic
über das Wesen der Befruchtung in einem längeren Vortrag da
gelegt. Die Vertreter verschiedener wissenschaftlicher Diszipline
die Philosophen und Naturforscher, die Zoologen, Botaniker u
die physiologischen Chemiker haben in den letzten 25 Jahren
eifrigem Wettstreit an der Lösung dieses Problems gearbeite
Sind es doch auch wichtige und hochbedeutsame Fragen, welc
mit der Lösung desselben zusammenhängen; es sei z. B. nur a
die Frage der Bastardirung und der Vererbung erinnert.

Es war nun vor allem die Absicht des Vortragenden, de
Weg anzudeuten, auf welchem sich die Forschung auf diesem s

arbeitsvollen und man darf wohl auch sagen, erfolgreichen wissenschaftlichen Gebiete bis zu dem jetzigen Stande unseres Problems durchgerungen hat, um dann zum Schlusse daran anschliessend und darauf aufbauend den letzteren selbst etwas eingehender zu charakterisiren.

Nachdem im Jahre 1875 Oskar Hertwig an den Eiern des Seeigels die genaueren Vorgänge bei der Befruchtung, deren Wesen in der Verschmelzung zweier Zellen besteht und deren wesentlichstes Moment die Vereinigung der beiden Kerne dieser Zellen ist, beobachtet hatte, führte er im Verein mit seinem Bruder Richard Hertwig eine grössere Reihe von Versuchen aus über die Einwirkung äusserer Agentien auf den Befruchtungs- und Teilungsvorgang des thierischen Eies, und zwar des Seeigeleies. Diese Versuche, bei welchen der Einfluss chemischer Agentien, erhöhter und erniedrigter Temperatur, sowie von mechanischen Insulten (heftiges Schütteln der Eier) verfolgt wurde, haben gezeigt, dass sich die Befruchtungs- und Theilungsvorgänge in weitgehender Weise variiren lassen. Besonders die Experimente über die Wirkung mechanischer Insulten sind von grosser Bedeutung für die Entwickelung unseres Problems geworden; die Forscher machten nämlich dabei die Beobachtung, dass aus verletzten Eiern ausgetretenes Plasma unter Annahme von Kugelgestalt noch eine gewisse Lebensfähigkeit längere Zeit im Meerwasser bewahrt und dass die Spermatozoen in diese Eitheilstücke ebenso wie in intakte Eier eindringen. Die Versuche (Merogonieversuche) wurden dann durch Boveri, Delage, Rawitz, Winkler und Andere weiter verfolgt und zeigten, dass solche monosperm befruchtete, kernhaltige und kernlose Eifragmente sich zu Zwerglarven von normalem Typus entwickeln.

Winkler hat solche Merogonieversuche am pflanzlichen Ei, nämlich an dem der Meeresalge Cystosira barbata ausgeführt. Aus diesen soeben erwähnten Experimenten hat man den Schluss gezogen, dass der Spermakern für sich allein als Furchungskern zu funktioniren vermag und dass bei den Untersuchungsobjekten ein grösserer oder geringerer Plasmaverlust des Eies weder dessen Entwicklungsfähigkeit, noch den normalen Typus der Keimung zu beeinflussen vermag; nach Boveri besitzt noch $^1/_{20}$, nach Delage sogar $^1/_{37}$ des Seeigeleies die formative Wichtigkeit des ganzen Eies. Letzterem Forscher gelang bei Seeigeln zuerst die Bastardirung bei Eitheilbefruchtung.

Auch nach erfolgter Befruchtung können Eitheilstücke n
den Versuchen von Morgan und Winkler bis zum Beginn
ersten Theilung nochmals befruchtet werden, nach erfolgter Theil
aber gelingt dies nicht mehr.

Ueber den Einfluss von Spermaextrakt, erhalten durch Schütt
von frischem Sperma des Seeigels mit Meerwasser und Filtri
führten Piéri, Dubois und Winkler allerdings zum Theil ni
ganz einwandsfreie Versuche aus; sie fanden, dass frische I
in diesem Spermaextrakt einige Theilungen eingingen. Die
Vorgang gehört bereits zu den Erscheinungen der Parthenogene
welche von hervorragender Bedeutung für unsere Ansicht ü
das Wesen der Befruchtung sind. Die Parthenogenesis, wo
beim Vorhandensein von männlichen Geschlechtsorganen das
sich ohne Befruchtung entwickelt, kommt sowohl natürl
vor, als auch kann dieselbe durch sehr verschiedene Mi
künstlich hervorgerufen werden; andererseits liegt auch die M
lichkeit und die Wahrscheinlichkeit vor, dass auch Sperr
tozoen durch geeignete Reize zur Entwickelung gebracht werd
können.

Wenn man nun die Frage aufwirft, was ist denn eigentli
der Zweck der Befruchtung, so muss man vor allem beachte
dass es sehr viele Organismen gibt, die sich ohne jeden geschlec
lichen Prozess, und zwar ohne Degenerationserscheinungen fo
pflanzen, so dass sich die frühere Ansicht, die Befruchtung die
in erster Linie der Fortpflanzung, nicht aufrecht erhalten läs
Es muss sich also hierbei noch um etwas anderes und, wie
vermuthen müssen, in erster Linie um dieses andere, und zw
um die Vermischung der beiden sich vereinigenden Zellen u
ihrer Eigenschaften selbst handeln. Dies macht uns in erst
Linie die Phylogenie der Befruchtung wahrscheinlich, welche u
alle Uebergänge von der Verschmelzung zweier, äusserlich wenigste
vollständig gleicher Zellen (sog. Gameten) bis zur typischen I
befruchtung zeigt. Damit aber bei höheren Organismen ei
solche Vermischung zweier Individuen stattfinden kann, müss
sich dieselben in einem dazu geeigneten Zustande befinden, d.
es muss das ganze Individuum gleichsam in einer Zelle vereini
sein, was in den Geschlechtszellen der Fall ist; nur ist in de
letzteren eine Entwickelungshemmung eingetreten. Aber wed
die letztere noch die erstere Eigenschaft sind spezifische Eige

imlichkeiten der Geschlechtszellen. Denn solche korrelative mmungen kommen auch sonst vor und andererseits wissen wir, s z. B. bei den Moosen jede einzelne Zelle die Eigenschaft itzt, die ganze Pflanze zu regeneriren.

Wir unterscheiden deshalb bei der Befruchtung zweierlei gänge:

1. Die Herstellung der Entwickelungsfähigkeit der Eizelle.

2. Die Qualitätenkombination zweier Individuen und definiren Phänomen der Befruchtung als die mit Kernvereinigung verdene Verschmelzung zweier einander fremder Zellen zu einer igen, entwickelungsfähigen Zelle. Die Ertheilung der Entkelungsfähigkeit der Eizelle ist somit nicht der Zweck der Behtung, vielmehr ist die Unfähigkeit der Eizelle sich zu entkeln die Vorbedingung für die Befruchtung. Der erste Vorg. die Herstellung der Entwickelungsfähigkeit der Eizelle lässt i von dem zweiten trennen, ein Prozess, den wir als Parthenoesis kennen gelernt haben. Bei den Thieren wird die Entkelungshemmung des Eies durch das im Spermatozoon enttene, dem Ei fehlende Centrosoma aufgehoben; bei den Pflanzen der Mechanismus der Entwickelungshemmung und derjenige der lösung derselben jedenfalls vielfach ein anderer als bei den eren. Auch bieten die Angiospermen in der sogenannten ppelbefruchtung, wo zwei Kerne in den Embryosack eintreten l der eine sich mit dem Eikern, der andere dagegen mit dem undären Embryosackkern vereinigt, eine Besonderheit in dem ruchtungsvorgang dar.

Was aber der zweite Vorgang bei der Befruchtung, die alitätenkombination bezweckt, darüber gehen die Ansichten zur t sehr weit auseinander (die einen meinen die Erhaltung der t, die anderen die Erzeugung neuer Arten) und ist es hier vor m der Komplex der Vererbungserscheinungen, welcher trotz : vielfachen Erklärungsversuche noch eine schwierige Aufgabe die naturwissenschaftliche Forschung darstellt, deren Lösung less wohl vor allem die Kenntniss der Konstitution des so komzirt zusammengesetzten Eiweissmoleküls voraussetzt.

An der sich hieran anschliessenden Besprechung betheiligten ch die Herren Ammon, Engler, Klein, Neumann, üsslin, Ziegler, sowie der Vortragende.

580. Sitzung am 16. Mai 1902.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler. Anwesend 75 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Professor Benoit, Hauptlehrer Kneucker, Privatdozent Dr. Muth.

Vor Eintritt in die Mitglieder-Hauptversammlung theilte der Vorsitzende ein Schreiben Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs mit, worin dieser in huldvollen Worten für die Ueberreichung der Festschrift (576. Sitzung) dankt, sodann überreichte er Herrn Hofrath Dr. Meidinger, der volle 33 Jahre das Amt eines Sekretärs geführt habe, und dieses nun mit Rücksicht auf seine Alters- und Gesundheitsverhältnisse niederlegen wolle, das künstlerisch ausgestattete Diplom als Ehrenmitglied mit einer Ansprache. in welcher die hohen Verdienste Meidinger's um das Vereinsleben hervorgehoben und der Dank dafür zum Ausdruck gebracht wurde.

Der Vorsitzende eröffnete hierauf die Mitglieder-Hauptversammlung, wobei er bemerkte, dass der Kassier durch ein Familienfest verhindert sei, den üblichen Kassenbericht zu erstatten. Der Sekretär des Vereins verlas hierauf den Bericht über die Thätigkeit des Vereins im abgelaufenen Vereinsjahr. Als neuer Sekretär wurde Herr Professor Dr. Futterer in Vorschlag gebracht und von der Versammlung durch Zuruf gewählt.

Hierauf hielt Herr Professor Dr. Futterer einen Vortrag über „Die jüngsten Vorgänge auf den kleinen Antillen und ihre allgemeine Bedeutung". Könnte man das Antlitz der Erde vom Mond aus betrachten und eine Umdrehung derselben verfolgen, so würden vor allem die eigenthümlichen Züge auffallen, welche durch die Begrenzungen von Meer und Festland gebildet werden. Man erkennt, dass die Hauptfesten der verschiedenen Kontinente sich nördlich vom Aequator in die Breite ausdehnen, und nach Süden zuspitzen, so dass auf der südlichen Halbkugel die oceanischen Wasser weitaus vorherrschen.

Betrachtet man die Erdtheile genauer, so zeigt sich, dass Südamerika in seiner Hauptmasse etwas gegen Osten verlegt ist gegenüber demselben Areal in Nordamerika; beide trennt ein tief zwischen die Kontinente eindringendes Meer, der Mexikanische Golf. Dieselbe Rolle spielt das Mittelmeer zwischen Europa und Afrika und auch weiter im Osten besteht ein ähnliches Verhältniss zwischen Indochina und der australischen Feste.

Diese „Mittel“-Meer-Regionen in der alten wie in der neuen 'eit sind im geologischen Sinne Einbruchsgebiete, die in jüngeren riden der Erdgeschichte entstanden sind und deren Bewegungen ch heute noch andauern.

Schon in jener geologischen Vorzeit waren diese Verschiengen grosser Landtheile von enormen Eruptionen feuerflüssiger ssen aus dem Erdinnern begleitet, die auf den durch die Einüche entstandenen Spalten in der Erdrinde emporgepresst wurden.

Jene Gebiete sind von jeher von den unterirdischen Gewalten Lieblingsplätze für Ausbrüche ausgewählt worden und die ttliche Zahl der tertiären und noch heutigen Vulkane in Mittelerika, auf den Antillen, im Mittelmeer und im fernen Osten der Sunda-Strasse reden eine deutliche Sprache.

Die zahlreichen und ausführlichen Berichte, welche die Tagesitungen brachten, ermöglichten es, einen ziemlich vollständigen richt über die Gesammterscheinung der vulkanischen Vorgänge den Antillen zu geben und noch einige theoretische Bemerkungen ran zu knüpfen.

Schliesslich machte Herr Professor Rehbock noch eine ittheilung über das neuerdings konstatirte Vorkommen von ttapercha in den deutschen Kolonien.

Abhandlungen.





F. Grashof.

Franz Grashof

von

E. Brauer

Grossh. Bad. Hofrath und Professor der theoretischen Maschinenlehre.

Franz Grashof wurde am 11. Juli 1826 zu Düsseldorf als
eiter Sohn des Oberlehrers Karl Grashof geboren.

Bis zum 15. Jahr besuchte er das Gymnasium seiner Vater-
dt, arbeitete hierauf, da er zu einem technischen Beruf bestimmt
r, einige Zeit in einer Schlosserwerkstätte und bereitete sich
lann, theils durch Privatunterricht, theils durch den Besuch der
werbeschule zu Hagen und der DüsseldorferRealschule auf das
idium des Hüttenfaches vor. Im Oktober 1844 bezog er das von
oth gegründete Gewerbeinstitut zu Berlin, unterbrach aber seine
idien, um 1847 bis 1848 als Einjährig-Freiwilliger beim 7. Jäger-
taillon in Düsseldorf zu dienen. Während dieser Zeit reifte in
n der Entschluss, sich dem Dienst bei der neu erstehenden Flotte
widmen. „Eine alte Jugendidee, die ihn zur See trieb, hatte“,
e es in einem Briefe seines Vaters heisst, „durch die Zeit-
ignisse neue Nahrung gewonnen, und er glaubte als Seeoffizier
n Vaterland seine Dienste dauernd und angemessen widmen
können.“ Da ihm das Kriegsministerium die Bedingung stellte,
vor einige Reisen als Matrose machen zu müssen, so trat er
März 1849 eine Seereise als Volontär auf dem Hamburger
gelschiff Esmeralda an, welches nach Bombay bestimmt war
d nach 1 bis 1½ Jahr zurückkehren sollte. Unterwegs erhielt
s Schiff jedoch von seinem Rheder Herz neue Aufträge, durch
lche die Reise auf fast 3 Jahre ausgedehnt wurde. Die Fahrt
ig um Afrika herum, dessen Südküste in Port Elizabeth an-
laufen wurde, sodann nach Maskat und Buschir im Persischen
erbusen und über Bombay nach Batavia auf Java. Von hier
sste das Schiff noch zweimal zum Persischen Golf und zurück
ch Java. Hier fand es den Auftrag, nach Van-Diemensland
gehen, um Ladung nach St. Franzisko zu nehmen. Das Ge-
häft wurde jedoch vereitelt, und das Schiff kehrte nun längs der

Ostküste von Australien durch die Torresstrasse über Java zu
nach Hamburg, wo es kurz vor Weihnachten 1851 eintraf.
lange Ausdehnung der Reise war für Grashof besonders des
unangenehm, weil er sehr bald zu der Einsicht kam, dass
Beruf des Seemanns seiner Natur weniger zusagte, als er ge
hatte. Schon in einem Brief vom 8. Juli 1849 gibt er den
schluss zu erkennen, nicht dabei zu bleiben. Obgleich er
der Seekrankheit nicht zu leiden hatte, auch die körperli
Anstrengungen sowie die Gesellschaft roher Matrosen ertr
lernte, so fühlte er sich durch Kurzsichtigkeit dauernd gehe
da seine Hoffnung, dieselbe werde sich auf See bessern, nicl
Erfüllung ging und der Gebrauch einer Brille ihm, wenig
anfangs, unmöglich erschien, denn, wie er selbst schreibt,
Steuermann oder ein Kapitän, der einer Brille bedarf, um
einem Ende des Schiffes nach dem andern oder in die Mastsp
hinauf zu sehen, würde dem Schiffsvolk ein Gegenstand
Spottes sein und aller Achtung entbehren, abgesehen davon,
die Sicherheit des Schiffes und der Mannschaft nicht von ei
so gebrechlichen Werkzeug abhängig sein darf". Später ha
sich und seine Umgebung an den Gebrauch der Brille dem
gewöhnt, und er würde wohl auch mit derselben ein tücht
Seemann geworden sein. Seine Enttäuschung hatte jedoch
andere Gründe. Er schreibt: „Aber meine Kurzsichtigkeit
es nicht allein, die das Bedenken in mir erregte, ob ich
auch wirklich zu einem tüchtigen und vollkommenen Seem
geschickt sei. Da ich mich beständig aufmerksam, und wie
glaube, unparteiisch und ohne Vorurtheil zu beobachten pfl
so musste ich gar bald die Bemerkung machen, dass der re
praktische Blick und Griff und ein wahres Interesse an pra
schen Arbeiten, welches alles unentbehrliche Eigenschaften e
Seemannes sind, mir abgeht. Seid versichert, dass ich nicht e
flüchtig oder verzagt gemacht durch mein anfängliches M
geschick mir das bloss in den Kopf gesetzt habe; nein, ich h
viele Anstrengungen gemacht und mich noch bis vor nicht la
Zeit zu überreden gesucht, dass bei eiserner Ausdauer und ei
festen Willen sich alles das erreichen lasse. Doch endlich bin
zu der Ueberzeugung gekommen, dass die Willenskraft allein ni
so allmächtig ist, wie ich früher wohl geglaubt hatte, und d
natürliche Anlagen und lange Gewohnheit, in vielen Fällen wer

ens, sie aufwiegen. Jetzt weiss ich, dass ich zu einer prak-
chen Beschäftigung entweder von Natur nicht bestimmt, oder
ch, wenn man an eine solche natürliche Anlage und Bestim-
ung nicht glauben will, durch die lange Gewohnheit des mit
sser Neigung und einigem Erfolg betriebenen Studiums un-
htig geworden bin. Und ein vorzugsweise praktisches Leben
das des Seemanns durchaus. Als ich mich ihm bestimmte,
hatte ich geträumt von grossartigen Anwendungen und Erwei-
ungen meiner Kenntnisse in der Mathematik, den Naturwissen-
aften und der Mechanik, von wissenschaftlichen Forschungen
l dem Kennenlernen entfernter Länder, deren Erzeugnisse
l Bewohner, kurz, ich dachte, wenigstens einst als Offizier
r Kapitän, so recht meiner Vorliebe für die Erforschung
Natur leben zu können. Aber wie sehr bin ich ent-
scht worden! Wie kümmerlich sind die vielen Anwendungen
Mathematik auf ein durch eine Menge Hilfstabellen ganz
chanisch gemachtes Rechnen zusammengeschmolzen, wie sehr
Beobachtungen der Natur auf ein bescheidenes Maass zurück-
ührt worden! Die See bietet unstreitig viel Interessantes auch
den Naturforscher, doch reicher, mannichfaltiger und lehr-
cher offenbart sich die Natur auf dem Lande. Die See ist
ssartiger, sagt man. Zuweilen, ja; aber das ist mehr Sache
Gefühls als ein Gegenstand für die Untersuchung. Und —
sehr muss solche wissenschaftliche Untersuchung und Be-
äftigung überhaupt in den Hintergrund treten gegen die
aufsichtigung des Schiffes und seines Laufes zu Wasser und
en die Wahrnehmung des Handels bei Land! Als Passagier und
der Freiheit, nach Belieben in das Land einzudringen, sobald
Schiff geankert hat, einige Seefahrten zu machen, das ist für
Naturforscher gewiss eine höchst wünschenswerthe und ergiebige
ternehmung; der Kapitän des Kauffahrteischiffes aber ist an
Schiff und seinen Handel, der des Kriegsschiffes an dieses
l seine Instruktionen gefesselt, und selten ist es, dass beide
mal weiter als höchstens einen Spazierritt weit in das Innere
Landes eindringen können. — Ihr seht also, dass ich diese
fahrt als einen missglückten Versuch betrachte und bei dem
leben nicht bleiben will. Eine Zeit lang, während ich noch
rüber mit mir selbst im Kampfe lag, sagte ich mir, dass ich
n, da ich einmal den Entschluss gefasst und die Ausführung

begonnen hätte, auch dabei bleiben müsse, um mich nicht läc|
lich zu machen. Ich glaubte mich schämen zu müssen, wenn
nach Jahr und Tag in die Heimath zurückgekehrt, um hi
dem warmen Ofen zu bleiben, nachdem ich früher so zuversi
lich meinen Entschluss in die Welt hinausposaunt hatte. I
solche Scham, so allgemein sie ist (wir haben deren zwei
Bord, die bloss um ihretwillen bei der ihnen verhassten Seef
ausharren), ist dennoch falsch und im Grunde nichts weiter
die Furcht vor Spöttereien. Wie viele selbst berühmt gewor
Männer, so sagte ich mir dagegen, haben erst später und
vielen verunglückten Versuchen den Beruf gefunden und ergri
der allein ihnen entsprach; und wäre es nicht thöricht, eine
kleinlichen Furcht die Zufriedenheit eines ganzen Lebens
Opfer zu bringen! Dann fiel es mir wieder zentnerschwer
die Seele, dass ich nun schon so lange säe ohne zu ernten,
ich nun bereits so lange Zeit an meiner Ausbildung arbeite
noch einen anderen Platz in der menschlichen Gesellschaft
zunehmen als den eines Schülers. Und wenn ich nun gar
wieder diese 1 bis 2 Jahre auf's Neue verloren geben wollte,
wäre das unverzeihlich, so dachte ich, umsomehr, da doch m
Vater ein Recht hätte zu fordern, mich endlich einmal sel
ständig und seiner Unterstützung unbedürftig zu sehen. Es
mir das viel Kummer gemacht, doch, da ich mich Gott sei D
eines so liebe- und rücksichtsvollen Vaters zu erfreuen habe,
konnte auch diese Sorge nicht bestimmend für mich sein. — E
andere Frage ist die, was nun beginnen? Darüber bin ich o
allen Zweifel: Zum Hüttenfach werde ich nicht zurückkeh
weil ich überzeugt bin, dass ich auch hierin nichts beson
Tüchtiges leisten würde. Ueberhaupt darf ich, so wie ich m
erkannt habe, keinen praktischen Beruf erwählen, wenn and
das Probiren ein Ende haben und ich mich nicht doch am E
ein verfehltes Leben ohne Befriedigung meines Strebens m
selig und freudlos soll hinschleppen sehen. Mein eigentlicher Pl
vielmehr ist, wie mir meine Kameraden in Berlin so oft v
gepredigt haben, auf dem Lehrstuhl einer Gewerbe- oder Re
schule. Hier ist mir der Mangel des Universitätsbesuches ni
im Wege, und hier sind gerade diejenigen Wissenschaften
bevorzugten, zu welchen ich die meiste Neigung habe. W
dann die verlorene Zeit anlangt, so lässt sich doch am Ende g

ucherlei anführen, was hier zu erschöpfen ich nicht versuchen
l, wodurch diese Zeit des Seelebens nicht so ganz verloren
mich ist."

Der Seelenkampf war damit noch nicht zu Ende, denn ein
r später, am 18. Juli 1850, schreibt er von der Sunda-Strasse
am Ende einer ausführlichen Reisebeschreibung:

"Mein Brief vom vorigen Jahre hat Dir, lieber Vater, eine
nlich unerfreuliche Schilderung meiner damaligen unruhigen
l überspannten Gemüthsverfassung gegeben, und über den ent-
ieden ausgesprochenen Vorsatz, abermals umsatteln zu wollen,
st Du wahrscheinlich auch nicht sehr erbaut gewesen sein.
war zu diesem Entschluss gekommen, weil ich mich in meinen
vartungen von dem Interessanten des Seelebens getäuscht fand,
l ich meinen praktischen Anlagen misstraute und besonders,
l ich, noch von einem übermässigen Ehrgeiz beseelt, die An-
derungen an meine Wirksamkeit in der menschlichen Gesell-
aft zu hoch stellte, weil ich noch meinte, durchaus mehr als
wöhnliches in meinem einstigen Berufe leisten zu müssen.
htsdestoweniger überliess ich mich nicht der Gleichgiltigkeit für
in gegenwärtiges Verhältniss, indem ich wohl einsah, dass ich ohne
eresse und mit Unlust arbeitend meine Lage um Vieles ver-
limmern würde, und dann die lange Dauer dieser Reise erst
cht als eine durchaus verlorene Zeit betrauern müsste. Viel-
hr gab ich mir fortwährend Mühe, die Praxis der Matrosen
r zu eigen zu machen; ich nahm, wenigstens bei Tage, regel-
issig meinen zweistündigen Stand am Steuerrade ein, was ganz
t ging, sowie Anderes mehr; und je mehr Erfolge ich gewahr
rde, desto mehr vergrösserte sich meine Lust an der Sache.
kam ich allmählich zu der Einsicht, dass es mir hauptsäch-
h an Selbstvertrauen gefehlt hatte; in den Betrachtungen über
ine gegenwärtige Lage und meine Zukunft kam ich auf die
iheren Entschliessungen wegen meines Berufes zurück und
rde wankend gemacht, und als es mir endlich auch gelang,
er meinen Ehrgeiz Herr zn werden, da war ich mit dem See-
nnsleben ausgesöhnt. — Der Ehrgeiz ist für mässig begabte
turen der böse Feind, welcher die Freuden des Lebens ver-
ftet und die Ruhe der Seele stört, das Gift, welches den Geist
nebelt und das Blut in beständiger fieberhafter Wallung hält.
h habe das an mir selbst erfahren. Wie oft, wenn ich mir

gestehen musste, dass meine Anlagen meinem Streben ni
gewachsen waren, hätte ich weinen mögen in meiner Nied
geschlagenheit und der Zerrissenheit meines Gemüths, und d
noch konnte ich mich nicht losreissen von 'dem süssen Trau
Hier endlich, wo ich, abgeschlossen von den anspornenden I
flüssen der Welt, des politischen und wissenschaftlichen Leb
meist Handlangerarbeiten verrichtend, in dem kleinen Kr
einiger wenig gebildeten Menschen eine ganz untergeordı
Stellung einnehme, hier endlich sollte ich von dem Rausche
Ehrgeizes erwachen und zu einer besonnenen, ruhigen und pı
tischen Lebensanschauung übergehen, wodurch ich, wie ich glaı
auf dem Wege der Weisheit einen guten Schritt vorwärts get
habe. Diese Veränderung in meinem Charakter und meinen
sichten wollte ich bloss kurz andeuten, weil sie in engster
ziehung zu der Entschliessung über meine Zukunft steht,
ich will die Beschaffenheit derselben hier nicht weiter ausführ
genug, ich bin nun mit dem Seemannsleben zufrieden und
dabei bleiben. — Meine körperliche Verfassung lässt fortwähr
nichts zu wünschen übrig; ich erfreue mich der besten Gesu
heit, habe eine Hautfarbe, welche derjenigen der Araber u
Perser wenig an Dunkelheit nachsteht und bin so breit und
und stark geworden, dass Ihr gewiss Mühe hättet, mich wieder
erkennen, wenn ich Euch eines Tages in Matrosentracht überrasch
würde. Dabei habe ich mir eine durch keine Widerwärtigkeit
störende Heiterkeit des Gemüths zu eigen gemacht, wie ich
früher nicht gekannt habe. In See freue ich mich der Einsa
keit, welche zu stillen Betrachtungen einladet, bei Land mac
es mir Vergnügen, den Charakter und die Sitten der fremdartig
Menschenrassen und verschiedenen Völker zu beobachten; in d
Strassen segelnd freue ich mich des Anblicks der herrlich
Gebirge und Wälder, in offener See des Sturmwindes, wenn
das Meer zu hohen und langen Wellen aufthürmt, die das Sch
umwerfen oder verschlingen zu wollen scheinen, oder es in seine
ganzen Gebälk erdröhnen und erzittern machen, wenn sie geg
den Bug anprallen oder als Sturzsee das Deck überfluthen.
toller es dann hergeht, desto besser, und es macht mir dab
Vergnügen, recht gelassen zu sein und zu lächeln, wenn ande
fluchen und in ihrer Hast sich selbst im Wege sind. Vergnüge
macht es mir, in die Anschauungs- und Redeweise der Matrose

zugehen mit dem Bewusstsein, dadurch bloss zeitweise aus
nem eigentlichen Charakter herauszutreten und jeden Augen-
k die unfeinen Sitten wieder abschütteln zu können. Wenn
mich hier in meinem Treiben beobachten könntet, so würdet
Euch nicht wenig über die unerfreuliche Veränderung meiner
ieren verwundern, und gleichwohl sollt Ihr, wenn ich erst
meinem Verhältnisse zu diesem Schiffe herausgetreten sein
de, wenigstens keine unvortheilhafte Aenderung derselben
rnehmen. Bloss das Branntwein-Trinken und Tabak-Kauen,
e beiden gewöhnlichen Untugenden der Seeleute, mag ich nicht
nachen, weil sie mir zu sehr zuwider sind und Spuren zurück-
en, die nicht jeden Augenblick nach Belieben zu verwischen
. Die grössten Entbehrungen bei meiner gegenwärtigen Lebens-
e sind mir der Mangel an Nachrichten von meiner Familie,
gänzliche Unkenntniss der Zeitgeschichte und der Mangel
r klassischen Lektüre. Unser ganzer literarischer Reichthum
vorne im Logis besteht in einigen Jahrgängen von Unter-
ungsblättern, woraus ich Sonntags den Matrosen vorzulesen
gte, bis die dieselben ansprechenden Artikel erschöpft waren.
ie gebildeten Umgang und ohne klassische Bücher hat man
gar zu wenig geistige Anregung, deren der gewöhnliche
sch bedarf, um nicht abzustumpfen. Was gäbe ich nicht
m, wenn ich bloss Goethe hier hätte! — Ueber die Politik
ich gänzlich in Unwissenheit. Bei unserer Anwesenheit in
avia habe ich ein paar Blätter aus Hamburg vom August
gen Jahres vorgelesen, woraus ich die Beilegung eines aber-
igen Aufstandes in Baden und überhaupt soviel ersehen hatte,
s unsere deutsche Einheit fortwährend sehr im Argen lag,
der Kapitän eines Bremer Schiffes, das wir vor ein paar
en vorbeisegelten und anriefen, theilte uns mit, dass Schleswig-
stein, von den deutschen Mächten verlassen, allein seine Sache
fechten werde. Das ist alles, was ich von den politischen
ignissen der letzten 17 Monate weiss.“

Zwei Jahre blieb der junge Seemann ohne Nachricht von
er Familie. Endlich in Surabaya auf Java erhielt er am
März 1851 einen Brief vom Vater, der ihn mit unbeschreib-
er Freude erfüllte. In der Antwort vom 23. März heisst es
h einer Familienangelegenheiten und Politik berührenden Ein-
ung: Mit Vergnügen habe ich es vernommen, dass Herrn

Druckenmüller's, meines mir gewogenen Lehrers Talent und wis
schaftliches Verdienst so glänzende Anerkennung gefunden
Aus seinem gütigen Anerbieten, mir vermöge seiner jetzigen
flussreichen Stellung eine Wirksamkeit eröffnen zu wollen,
sie dem in meinem ersten Briefe ausgesprochenen Wunsche
irgend entsprechen kann, erkenne ich seine mir stets bewie
freundschaftliche Gewogenheit, welche mich mit Dankbarkeit er
und zugleich mit innerer Genugthuung über die Anerkennung m
Befähigung zu einer solchen Stellung, zu der ich mich allerd
trotz der in meinem zweiten Briefe ausgesprochenen Gesinnung
immer in unverändertem Masse berufen fühle. Denn jetzt, wo
durch Deinen Brief so befriedigende Aussichten eröffnet sind,
ich es nur gestehen, dass mein Entschluss, bei der Fahrt ble
zu wollen, weit mehr ein Ergebniss der Resignation gewesen
hervorgebracht durch das drückende Bewusstsein meines
rückenden Alters, durch die Ungewissheit über die häussli
Verhältnisse, durch die Unwahrscheinlichkeit, in kurzer Ze
eine meinen Wünschen entsprechende Laufbahn ohne Univ
tätsbesuch eintreten zu können und durch die Scheu vor
Nothwendigkeit, in einem solchen Falle als alter Kerl noch D
Unterstützung in Anspruch nehmen zu müssen, als dass es
irgend welcher inneren Neigung zu dem Seemannsleben be
hätte." Aus einem Brief vom 27. Juli erfahren wir, dass
Versuch, das Schiff verlassen und mit einem andern die Heim
antreten zu dürfen, erfolglos geblieben ist. So musste Gra
noch die Umsegelung Australiens mitmachen, und hatte Gele
heit, in der englischen Verbrecherkolonie Van-Diemans-Land
der Hauptstadt Hobarttown ein wegen seiner Naturschönhe
beneidenswerthes Gefängniss kennen zu lernen. Ueber den Gr
aus welchem die Absicht, von dort auf eigene Rechnung
Ladung Weizen für Californien einzunehmen, aufgegeben wer
musste, schreibt er in demselben Briefe: „Ein paar Tage
unserer Ankunft in Hobarttown war dort die Nachricht von
kürzlich bei Sidney entdeckten Goldlagern eingetroffen.
Verhältnisse des Lebens und des Verkehrs waren durch d
Entdeckung, wie man sich leicht vorstellen kann, in jener bed
tenden Stadt über den Haufen geworfen worden; der Untersch
von Arm und Reich, Vornehm und Gering, Vorgesetzten
Untergebenen hatte aufgehört, weil Alle sich darin gleich wurd

im Golde wühlen zu wollen, kurz, die Habsucht und der Neid, aus den Tiefen der menschlichen Seele aufgescheucht durch den Schimmer des Goldes, veranstalteten in vergrössertem Massstab eine neue Auflage des herzlosen Treibens und der grenzenlosen Verwirrung, wie sie während der ersten Zeit der Goldindustrie in Californien geherrscht haben. Da, wie alle übrigen Geschäfte und Gewerbe auch die Arbeiten des Landmannes unter solchen Umständen darniederlagen, so wurde sehr bald die Nothwendigkeit fühlbar, den Mangel an den nothwendigsten Lebensmitteln durch Zufuhr von aussen her zu ersetzen, und so kam es, dass schon die ersten Nachrichten von den Verhältnissen in Sidney die Kornpreise zu Hobarttown so sehr in die Höhe getrieben hatten, dass bei unserer Ankunft daselbst an eine vortheilhafte Ausführung unserer beabsichtigten Unternehmung nicht mehr zu denken war. Es blieb uns nichts anderes übrig als zurückzukehren wo wir hergekommen waren.“ Am 3. August endlich kann er dem Vater aus Batavia mittheilen, dass das Schiff für Hamburg befrachtet werden und womöglich noch vor Weihnachten die Heimath erreichen soll.

Glücklich ging die Fahrt von Statten, wie denn das Schiff während der ganzen langen Reise von ernsten Unfällen verschont blieb. Erst drei Jahre später gerieth es in der Nähe der afrikanischen Küste in Brand, doch konnte die Mannschaft durch die Boote gerettet werden.

Mochte auch dem heimkehrenden jungen Manne die zur See verbrachte Zeit theilweise als verloren erscheinen, so wird er vielleicht später anders darüber gedacht haben.

Ostern 1852 ging er wieder nach Berlin, um sich für den Lehrberuf in den technischen Fächern vorzubereiten. Die Jahre des Schwankens und der inneren Kämpfe waren nun überwunden, und bald zeigten sich die ersten Erfolge als Vorboten künftiger Grösse. Schon im nächsten Jahre, während er noch selbst studirte, betraute ihn Druckenmüller mit der Abhaltung einer Vorlesung über angewandte Mechanik, auch erging schon zur selben Zeit die Aufforderung an ihn, für das im Erscheinen begriffene grosse Handbuch der Physik von Karsten, denselben Gegenstand zu bearbeiten. Blieb auch die letztere Arbeit aus unbekannten Gründen unvollendet, so war sie doch die erste Gelegenheit, bei welcher Grashof seine schriftstellerische Thätigkeit erproben konnte.

Im April 1854 legte er die Staatsprüfung für Lehrer an
preussischen Provinzialgewerbeschulen ab, und bereits ein hal
Jahr später wurde ihm eine Lehrstelle für Mathematik
Mechanik am Gewerbeinstitut zu Berlin übertragen.

Am 1. Januar 1855 wurde er im Nebenamt Direktor
Königlichen Aichungsamtes, und bald sollte ein zweites Neben
seine Arbeitskraft in Anspruch nehmen, welches für die fer
Richtung seiner Thätigkeit von grossem Einfluss gewesen ist.

Als am 12. Mai 1856 bei Gelegenheit des zehnjähri
Stiftungsfestes des Vereins „Hütte" in Alexisbad im Harz
junge Ingenieure zusammentraten, um einen „Verein deuts
Ingenieure zu gründen, da war es vorzugsweise die Person G
hofs, sein in so kurzer Zeit schon erwerbener wissenschaftli
Ruf, welcher den Begründern zu ihrer jugendlichen Begeister
das Vertrauen auf die Durchführbarkeit des Unternehmens gewäh
nachdem Grashof das Amt als Geschäftsführer des Vereins
als Redakteur der neu zu gründenden Zeitschrift übernom
hatte. Und sie hatten sich nicht getäuscht. Nicht nur in
ersten, den schwierigsten Zeiten hat Grashof in unermüdlic
Arbeit die Zeitschrift zur Geltung gebracht, sondern währ
eines Zeitraums von 34 Jahren bildete er den geistigen Mit
punkt des Vereins. Es ist natürlich nicht sein Verdienst all
wenn der Verein die Schwelle des 20. Jahrhunderts mit ei
Bestand ven 15000 Mitgliedern überschreiten konnte. Aber
sehr sich der Verein seinem langjährigen Direktor verpflic
fühlte, das hat er bei verschiedenen Gelegenheiten bewie
besonders aber nach seinem Tode durch die Errichtung ei
Denkmals in Karlsruhe und durch die Stiftung der Grasl
Denkmünze.

Als im April 1863 Redtenbacher starb, war Grashof's Na
schon so bekannt und geachtet, dass die Technische Hochsch
Karlsruhe es als ein Glück erkennen musste, ihn neben Hart
Nachfolger zu gewinnen. Im Herbst 1863 begann er seine V
lesungen, in denen er insbesondere Festigkeitslehre, Hydrau
Wärmetheorie und andere Kapitel der theoretischen Maschin
lehre behandelte. Neben seiner Lehrthätigkeit entwickelte er a
hier, wenngleich er die Redaktion der Zeitschrift niedergel
hatte, eine umfangreiche schriftstellerische Thätigkeit. Fünf
verwaltete er das Amt des Direktors und 12 Jahre, 1877 bis 18

und 1887 bis 1890 war er Mitglied der Ersten Kammer der Landstände, glänzende Beweise für das Vertrauen seines Landesherrn und seiner Kollegen.

Eine vortreffliche Charakteristik Grashof's enthält die Rede seines langjährigen Kollegen, des Geheimen Hofraths Prof. Hart bei Gelegenheit der Einweihung des Grashof-Denkmals.* Einige Sätze mögen hier Platz finden: „Neue Wege weisend, auf seine eigensten Bahnen überleitend, trat Grashof hier als Lehrer, als Führer der studirenden Jugend auf. . . . Nicht gering waren allerdings die Anforderungen an die Fassungskraft und geistige Anstrengung der Studirenden. . . . Nicht sowohl rhetorische Ausschmückung, als wunderbare Klarheit, Sicherheit und Präzision des Ausdrucks zeichneten seinen Vortrag in vortheilhaftester Weise aus. Nie konnte sich Grashof entschliessen, etwa mit Rücksicht auf minder Begabte, tiefer herabzusteigen; allezeit war er bestrebt, und bei der überwiegenden Mehrzahl ist es ihm gelungen, seine Zuhörer zu sich empor zu ziehen. . . . Grashof war von zwar ernster, aber durchaus idealer Anlage, rastlos arbeitend, nicht Gefährdung der Gesundheit achtend, auch in bewegter Zeit an den idealen Gütern festhaltend, niemals in ruhelosem Jagen nach Besitz, sondern in einer dem Gemeinwohl förderlichen Thätigkeit die höchste Befriedigung und das innere Glück findend . . . Und bei all diesem, von nie versagendem Erfolge gekrönten unablässigen Wirken und Schaffen, welch ein liebenswürdiges Gebahren, welch ein bescheidenes Auftreten."

Seit 1882 war Grashof Mitglied der Kaiserlichen Normalaichungskommission, seit 1887 Mitglied des Kuratoriums der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt. 1860 wurde er Ehrendoktor der Universität Rostock. 1868 erhielt er einen Ruf nach Aachen, und zweimal suchte ihn die Technische Hochschule München zu gewinnen. 1866 wurde er Hofrath, 1874 Geheimer Hofrath, 1877 Geheimerath II. Klasse, 1867 erhielt er das Ritterkreuz I. Klasse vom Zähringer Löwen, 1885 das Kommandeurkreuz II. Klasse, 1892 den Kronenorden II. Klasse mit dem Stern.

Zahlreiche wissenschaftliche Vereine ernannten ihn zum Ehrenmitglied, unter diesen auch der Naturwissenschaftliche Verein Karlsruhe, in welchem er eine lange Reihe von Jahren den

---

* s. Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1896 S. 1499.

Vorsitz führte und in dessen Sitzungen er eine grosse Zahl
Vorträgen hielt, deren Inhalt grossentheils in seine litt
rischen Arbeiten übergegangen ist. Dabei verstand er es
vortrefflicher Weise, seine theils recht schwierigen, wis
schaftlich tiefgehenden Gegenstände auch für ein nicht spe
technisch, sondern mehr nur allgemein naturwissenschaft
gebildetes Publikum verständlich und damit in hohem Gr
anregend zu gestalten.

Eine Vorstellung über die Vielseitigkeit und die Richt
von Grashof's wissenschaftlichen Studien und Forschungen
das folgende Inhaltsverzeichniss der in der Zeitschrift des Ver
deutscher Ingenieure erschienenen Arbeiten, von denen die meis
noch jetzt zum Studium empfohlen werden können.

Band	Seite	
I	25	Ueber ein Verfahren zur Bestimmung der Dichtigkeit fester Kö vermittels der gewöhnlichen Waage.
	52	Theoretische Untersuchungen über Feuerungsanlagen.
	75	Ueber ein im Prinzip einfaches Verfahren, die Tragfähigkeit e auf relative Festigkeit in Anspruch genommenen Balkens wes lich zu vergrössern.
	105	Bestimmung der Gegengewichte in den Triebrädern der Lokomoti Bearbeitung nach Scheffler.
	120	Ueber den Ausfluss der Luft aus Gefässen und Röhren im gemeinen, insbesondere über Versuche Rittingers zur Bes mung des Coefficienten der Luftreibung an den Wänden e Windleitung.
	208	Leitende Prinzipien zur Berechnung von Holz- und Eisenkonstr tionen hinsichtlich ihrer statischen Verhältnisse.
	315	Zur Konstruktion von Stufenscheiben.
II	22	Ueber relative Festigkeit mit Rücksicht auf vortheilhafte Un stützung und Einmauerung der Träger bei konstantem Qu schnitt derselben.
III	23, 45, 155	
II	57	Kritik von Dr. Zernikows Theorie der Dampfmaschine.
	236	Theorie des Zahnexcentriks.
	307	Ueber die empirische Abhängigkeitsformel zwischen Druck u Volum des gesättigten Wasserdampfes.
III	183	Vortrag über zusammengesetzte Festigkeit.
	234	Ueber den Widerstand von Röhren gegen Zusammendrückung.
	263	Ueber die zum Betrieb von Walzwerken erforderliche Arbeit.
IV	13	Ueber Weisbachs Versuche, den Ausfluss der Luft unter hoh Druck betreffend.
	95	Besprechung von Zeuners Grundzügen der mechanischen Wärm theorie.

Band	Seite	
IV	227	Ueber die Theorie von Giffard's Dampfstrahlpumpe.
	289	Ueber die Berechnung der Festigkeit von Schraubengewinden.
	292	Theorie der Ericsson'schen calorischen Maschine.
V	130	Angenäherte Theorie der Lenoir'schen Gaskraftmaschine. Freie Bearbeitung nach G. A. Hirn.
VI	158	Besprechung von G. Schmidt's Theorie der Dampfmaschinen.
VII	236	Besprechung von Weisbach's Versuchen über den Stoss isolirter Wasserstrahlen.
	243, 273, 335	Ueber die Bewegung der Gase im Beharrungszustande in Röhrenleitungen und Kanälen.
VIII	47, 101	
VIII	311	Besprechung von Zeuners Werk: „Das Lokomitivblasrohr".
IX	337	
VIII	591	Ueber die der Organisation von polytechnischen Schulen zu Grunde liegenden Prinzipien.
X	47, 177	Besprechung von Hagens Theorie der Wasserwellen.
X	45, 272	Ueber die Pressung des Erdbodens unter dem Ambos eines arbeitenden Dampfhammers.
	431, 497	Theorie der Zugerzeugung durch Schornsteine.
XI	641	Ueber das Verhältniss der specifischen Wärmen der Luft für konstantes Volum und für konstanten Druck.
XII	161	Ueber die Grundbegriffe und die Terminologie der mechanischen Wärmetheorie.
	201	Zur Organisation polytechnischer Schulen.
	579, 654	Ueber die wissenschaftlichen Prinzipien calorischer Maschinen. Vortrag.
XIII	289, 353, 481	Kritische Besprechung von Humphrey's und Abbot's Theorie der Bewegung des Wassers in Flüssen und Kanälen.

1866 erschien die erste Auflage der Elastizität und Festigkeit, 1878 die zweite Auflage, ein Werk, welches noch unübertroffen ist und viel dazu beigetragen hat, wissenschaftliche Methode in den Maschinenbau einzubürgern.

1870 gab Grashof eine neue Auflage von Redtenbacher's Resultaten für den Maschinenbau heraus mit einem neu hinzugefügten Anhang über die Resultate der mechanischen Wärmetheorie.

In der Zeit von 1873 bis 1890 erschien das grosse dreibändige Werk die Theoretische Maschinenlehre, ein Denkmal deutschen Fleisses und deutscher Gründlichkeit.

Es gibt in der technischen Litteratur manche Schriftste
welche mehr gelesen wurden und werden als Grashof, und
kann nicht zweifeln, dass dieser selbst genau gewusst hat,
er nicht für die grosse Menge schreibt. Um so mehr Aner
nung verdient die Selbstlosigkeit, welche sich in dieser Art l
rarischer Thätigkeit ausspricht, die sich an einen kleinen
auserlesenen Kreis wendet.

In den Grenzen derselben weisen Selbstbeschränkung bew
sich seine Thätigkeit in der Ersten badischen Kammer.
in sich gekehrte Natur hatte er wohl ein warmes Empfinden
sein engeres und weiteres Vaterland, indessen die Politik mit il
in die Oeffentlichkeit sich hervordrängenden parlamentaris
Leben entsprach nicht seinem Sinn. Grashof fehlte deshalb
nie, wo es galt, für die Interessen der Hochschule, an der er wi
einzutreten und überhaupt die geistige Entwicklung durch wis
schaftliche Institute und durch Unterrichtsanstalten zu för
— wie ihn z. B. auch die Frage der Reform unserer Gymna
auf gemeinschaftlichem Unterbau lebhaft beschäftigte —, dage
sehen wir ihn bei Fragen der allgemeinen und insbesondere in
nationalen Politik niemals hervortreten. Besonderes Verdi
erwarb er sich durch seine vieljährige Thätigkeit als Referent
Budgetkommission für das Eisenbahnwesen.

Am 28. Dezember 1882 wurde Grashof von einem Sch
anfall betroffen, von welchem er sich zwar so weit erholte,
er seine Thätigkeit wieder aufnehmen konnte; zu der ursprü
lichen Arbeitskraft gelangte er aber nicht wieder. Ein gro
Freund der Natur, in deren stiller Betrachtung er so gerne
weilte, suchte und fand er, so weit dies noch möglich war, a
jetzt noch auf den Höhen des Schwarzwaldes und der Alpen
alljährlich körperliche und geistige Stärkung und Erfrischu
„Auch da war es noch — so schreibt ein befreundeter Koll
mit dem er die Sommerfrische genoss — eine Freude,
körperlich zwar schon etwas gebrochenen, geistig aber im
noch frischen und regen Mann auf den Höhen umherwandeln
sehen, die er so sehr liebte. Wehmuth aber mischt sich in di
freudige Erinnerung, wenn ich jetzt des letzten Aufstiegs geden
den wir von Obstalden aus über die Mürtschenalp zum Murg
machten, eine fast unverantwortliche Anstrengung für den sc
schwer Leidenden. Doch er wollte hinauf! Oben angelan

strahlten seine Augen in stiller Begeisterung über der sonn-
rgoldeten Landschaft; stumm sass er auf einem Felsblock.
as aber leuchtet plötzlich dort in lichtem Himmelsblau auf
nkelgrüner Matte? — eine einsame Genziane. Beglückt brach
die Blume, die letzte auf Bergeshöhen.“ Im Jahr 1891 warf
die tückische Krankheit ein zweites Mal darnieder, so dass
abermals seine Thätigkeit einstellen musste, und am
Oktober 1893 erlöste ihn der Tod von seinen zunehmenden
iden.

Er war seit 1854 mit Henriette, geborene Nottebohm ver-
hlt, einer Schwester der zweiten Frau seines Vaters. Ausser
ser seiner durch seltene Eigenschaften an Geist und Gemüth
gezeichneten Gattin hinterliess er einen Sohn und eine Tochter,
hrend eine zweite Tochter ihm im Tode vorangegangen war.
seiner Familie, seinen Freunden und Kollegen betrauerte ihn
deutsche Technik, die in ihm einen ihrer hervorragendsten
hrer verloren hatte.



H. Hertz

Heinrich Hertz.

Biographische Skizze

von

A. Schleiermacher
Professor der theoretischen Physik.

Nur vier Jahre gehörte Baden der Mann an, dessen Lebens-
l wir hier zur Erinnerung an seinen Aufenthalt in Karlsruhe
l als Denkmal seiner Mitgliedschaft in unserem Naturwissen-
aftlichen Verein zu zeichnen versuchen. In diesen wenigen
hren gelang es ihm, sich unter die ersten aller Physiker ein-
eihen, und so werden diese Zeit wie auch der Ort, wo Hertz
ne glänzenden Untersuchungen durchgeführt, in der Geschichte
Physik immer denkwürdig bleiben.

Heinrich Rudolf Hertz war geboren am 22. Februar 1857
ältester Sohn des Rechtsanwalts, späteren Senators und Vor-
ndes der hamburgischen Justizverwaltung, Dr. Gustav Hertz.
ne hervorragende Begabung trat schon in der Schulzeit hervor.
ichnen und Malen, Arbeiten an Hobel- und Drehbank trieb er
Lust und Geschick zur Erholung von den Aufgaben der Schule,
der er sich durch eisernen Fleiss und strenge Gewissenhaftig-
t hervorthat. Ein ungewöhnliches Sprachtalent veranlasste
, neben den Schularbeiten Sanskrit und Arabisch zu treiben,
l mit solchem Erfolg, dass ihm sein Lehrer ernstlich zuredete,
den Sprachwissenschaften zuzuwenden. Noch in späteren
ren konnte er lange Stellen aus dem Homer und den griechi-
en Tragikern auswendig vortragen. Aber auch in anderen
hern befähigten ihn sein gutes Gedächtniss, seine scharfe Auf-
sung und namentlich ein hohes Pflichtgefühl ausgezeichnetes zu
ten. Weit überragte er seine Mitschüler in der Mathematik und
ständig wagte er sich damals schon an schwierigere Probleme
Astronomie und Physik.

Bei so vielseitiger Begabung und strenger Selbstkritik mag
die Berufswahl nicht leicht geworden sein. Als er zu Ostern
75 das Johanneum mit dem Reifezeugniss verliess, hatte er
h zunächst für das Ingenieurfach entschieden und arbeitete

während des folgenden Jahres als Volontär bei dem Bau
neuen Mainbrücke in Frankfurt. Von Berlin, wo er seiner M
tärpflicht im Eisenbahnregiment genügt hatte, wandte er sich
Herbst 1877 nach München mit der Absicht, das im Som
1876 in Dresden begonnene Studium seines Faches fortzuset
Damals aber war er durch das Lesen eines Buches über Wär
theorie so mächtig ergriffen und gefesselt worden, andrers
vor die Nothwendigkeit gestellt, nun die bisher mit Vorli
betriebene Mathematik und Physik bei Seite zu lassen, um
Spezialstudien des Ingenieurwesens zu beginnen, dass ihm
Erkenntniss aufging, wie er nicht in dem zunächst erwäh
Beruf, sondern nur im Studium der Natur und in der Erforsch
ihrer Gesetzmässigkeiten dauernd Befriedigung finden kö
„— ich fühle, wie ich mich den Naturwissenschaften doch g
und mit Begeisterung widmen könnte und mir auch mit ih
genug geschähe, während ich doch jetzt einsehe, dass das,
man Ingenieurwissenschaften nennt, mir nicht genügt und
daher immer noch andere Beschäftigung suche. Ich hoffe, d
ich mich hierin nicht täusche, denn es wäre eine grosse und
derbliche Selbsttäuschung; aber das weiss ich gewiss, dass
mich bei den Naturwissenschaften nicht zurücksehnen würde n
den Ingenieurwissenschaften, dass ich aber, wenn ich Ingeni
werde, mich immer nach der Naturwissenschaft sehnen wei
und es scheint mir unerträglich, dass sie mir nur dienen s
um ein Examen zu machen.[1] —"

Mit Zustimmung seines Vaters liess er sich daher an
Universität als Studirender der Physik immatrikuliren und
blieb dort, obwohl ihm die Verhältnisse nicht ganz zusagten, z
Semester. Seine beiden letzten Studienjahre verbrachte er
Berlin als Schüler von G. Kirchhoff und namentlich von H.
Helmholtz.

Hier begann Hertz die Reihe seiner wissenschaftlichen Unt
suchungen alsbald mit der Bearbeitung einer von der Fakul
gestellten Preisfrage, wonach untersucht werden sollte, ob
bewegte Elektrizität in den Inductionsströmen Trägheit aufwe
Obwohl er nun erst jetzt sein eigentliches Studium aufnim

---

[1] Brief an seinen Vater, mitgetheilt in der Einleitung zum I. Bd.
Gesammelten Werke.

und noch vor einem halben Jahre von der Elektrizitätslehre kaum mehr gewusst, als was er seit seiner Schulzeit noch nicht wieder vergessen hatte, gelingt es ihm in weniger als einem Monat, die Schwierigkeiten, die ihm Helmholtz als die hauptsächlichsten bezeichnet hatte, zu überwinden und in raschem Lauf mit seiner Lösung den Preis zu erringen. Bald nach der Promotion, die auf Grund einer umfangreichen theoretischen Untersuchung (Ueber die Induction in rotirenden Kugeln) erfolgt war, wählte ihn Helmholtz im Oktober 1880 zum Assistenten, eine Anerkennung seines Strebens, die ihn mit hoher Freude erfüllte. Neben den Aufgaben dieser Stellung fand er Zeit genug, sich mit mannigfaltigen Untersuchungen so intensiv zu beschäftigen, dass er manchmal drei verschiedene Arbeiten, theils theoretischer, theils experimenteller Natur, gleichzeitig förderte. Sein Interesse war dem Gebiet der Elektrizität, aber nicht ausschliesslich, zugewendet, daneben behandelte er die schwierige Frage der Verdunstung und einige Probleme der Elastizitätstheorie. Auf Helmholtz' Rath habilitirte er sich Ostern 1883 mit einer Arbeit über Glimmentladung in Kiel, wo ihm ein Lehrauftrag für theoretische Physik in Aussicht stand. Auf experimentelles Arbeiten musste er freilich dort verzichten, doch entwickelte er alsbald eine fruchtbare Thätigkeit, indem er neben der Vorbereitung für seine Vorlesungen einige in Berlin begonnene Arbeiten vollendete und neue theoretische Untersuchungen ausführte. So blieb ihm der Aufenthalt in Kiel, wo er manches Mal mit jungen Kollegen die schöne Umgebung in Ausflügen zu Wasser und zu Land durchstreifte, zeitlebens in angenehmster Erinnerung.

Schon in früheren Arbeiten war Hertz in einer wissenschaftlichen Streitfrage thätig gewesen, die, von ausserordentlicher Bedeutung für das Fortschreiten der physikalischen Erkenntniss, auch von Helmholtz mehrfach in theoretischen Untersuchungen behandelt und in einer wichtigen Folgerung zu jener Zeit als Gegenstand einer Preisaufgabe der Berliner Akademie gewählt worden war. Es war die Frage, ob die elektrischen und magnetischen Kräfte unmittelbare Fernewirkungen sind, oder ob sie bedingt sind durch einen besonderen Zustand des zwischen den elektrisirten und magnetisirten Körpern befindlichen Mediums, sich ohne dessen Bethätigung also nicht verbreiten und fortpflanzen können. Im ersten Fall wird die Wirkung irgend einer

Aenderung überall momentan auftreten, im zweiten bedarf jedes Mal einer endlichen Zeit zur Uebertragung. Die zwe Anschauung war hauptsächlich von Faraday im Gegensatz seinen Zeitgenossen aus seinen genialen und originellen Unt suchungen gefolgert und durch viele von ihm neu aufgefund Thatsachen gestützt worden. Dann hatte sie Cl. Maxwell eine strengere theoretische Form gebracht und weiter entwick Hiernach ist das Medium, durch dessen Zustandsstörung elektromagnetischen Erscheinungen entstehen, vorzugsweise den ganzen Weltraum erfüllende und alle ponderabele Kör durchdringende Aether. Gewisse Zustandsstörungen im Aeth die Lichtschwingungen, sind lange bekannt und ihre grosse, a nicht unendliche Fortpflanzungsgeschwindigkeit gemessen; Maxwell wurde daher auch das Licht als elektromagnetisc Vorgang gedeutet und so viele thatsächliche Beziehungen zwisch Licht und Elektrizität erklärt. Eine andere Folgerung die Theorie bildete den Gegenstand jener Preisfrage der Berlin Akademie. Hertz hatte zwar ihre Bearbeitung zunächst nic unternommen, da sein Scharfblick erkannt hatte, dass eine befr digende Lösung mit den damals bekannten Hilfsmitteln nic erreichbar sein würde; aber er behielt doch die Grundfra dauernd im Auge und veröffentlichte von Kiel aus eine theoretisc Arbeit, worin eine ganz neue Seite des Streites aufgewiesen wir

Ostern 1885 folgte Hertz, dessen Arbeiten schon allgemei Beachtung gefunden hatten, einer Berufung als Ordinarius die Technische Hochschule zu Karlsruhe. Hier, im Herbst 188 war es, wo ihm bei einem Vorlesungsversuch mit den Riess'sch Inductionsspiralen eine Funkenerscheinung den Weg zeigte, a dem er erst die Lösung der Berliner Preisaufgabe und sehr ba die experimentelle Entscheidung über die Grundfrage finden sollt Bei jedem wellenartigen, oscillatorischen Vorgang wird die Störun des Gleichgewichtszustandes in der Zeit einer vollständige Schwingung um die Wellenlänge fortgepflanzt. Die Fortpflanzungs geschwindigkeit ist daher das Verhältniss von Wellenlänge z Schwingungsdauer, und eine endliche Wellenlänge kann nu bestehen bei einer endlichen Fortpflanzungsgeschwindigkeit. End 1886 hatte Hertz eine Methode gefunden, um sehr rasche elek trische Schwingungen von genügender Regelmässigkeit zu erzeugen Wenn die Fortpflanzungsgeschwindigkeit dieser Schwingunge

ndlich war, so war sie jedenfalls ausserordentlich gross und rmuthlich gleich der Lichtgeschwindigkeit. Nur bei überaus schen Schwingungen konnte man daher Wellenlängen erwarten n solcher Kleinheit, dass ihre Beobachtung in den beschränkten unen des Laboratoriums möglich erschien. In der That gelang Hertz, in der Ausbreitung seiner raschen Schwingungen Wellengen zu messen, und da die Schwingungsdauer berechnet wern konnte, zu erkennen, dass die Wellen sich mit einer endhen Geschwindigkeit, die sich gleich der Lichtgeschwindigkeit gab, fortpflanzen. So war mit einem Schlag die Entscheidung Gunsten der Faraday-Maxwell'schen Theorie ausgefallen. Die önung des Werkes bildete eine Arbeit vom Dezember 1888 er Strahlen elektrischer Kraft, in der die Wesensgleichheit r elektrischen Wellen mit den Lichtwellen und damit die letzte nsequenz der Theorie von Maxwell erwiesen wird. Den anzienden Bericht, den Hertz über Geschichte und Gang seiner tdeckung in der Einleitung zu seinen „Untersuchungen über e Ausbreitung der elektrischen Kraft" gegeben hat, wird jeder ser mit Antheil verfolgen. Leider verbietet der Raum, hier ch nur einen Auszug daraus mitzutheilen.

Ueber diese Arbeiten sprach Hertz zum ersten Mal vor einem rösseren Kreis in der 368. Sitzung des Naturwissenschaftlichen ereines, die am 22. Februar 1889 im Hörsaal des physikalischen stituts der Technischen Hochschule abgehalten wurde. Einch und schlicht wie der Vortrag ist der von Hertz verfasste, die Verhandlungen Bd. 11 S. 41 aufgenommene Bericht. Noch ır der Ruhm seiner Entdeckungen kaum über den Kreis der chgenossen hinausgewachsen. Die beweisenden Versuche konnten r im völlig verdunkelten Zimmer durch mühsames und anstrengens Beobachten eines kaum 1/100 mm langen Fünkchens angestellt, em grösseren Kreis also überzeugend nicht demonstrirt werden. ch waren die Hilfsmittel, die man heute bei der drahtlosen legraphie benutzt, um Hertz'sche Wellen auf hunderte von lometern hin wirksam zu machen, nicht zur Hand. Immerhin tten sich zu dem Vortrag im Naturwissenschaftlichen Verein ppelt so viel Hörer als sonst eingefunden, und die Worte der wundernden Anerkennung und des Dankes, die am Schluss der tzung der Vorsitzende (Wiener) an Hertz richtete, fanden bei llen lauten Wiederhall.

Zur Erinnerung an jenen für den Verein so denkwürdi
Abend sei auf die beiden hier beigefügten Abbildungen Her
scher Apparate, bezeichnend für Anfang und Ende der Karlsru
Epoche, verwiesen. Das erste Bild, nach einer von Hertz se
aufgenommenen Photographie, zeigt eine Aufstellung, mit dei
ihm gelungen war, sehr schnelle Schwingungen zu erzeugen
sie als Schwingungen nachzuweisen durch die Fähigkeit
benachbarten, auf ihre Schwingungszahl abgestimmten Krei
Resonanz hervorzurufen. Man bemerkt das noch aus Eisenlo
Zeit stammende Rühmkorff'sche Inductorium, das zur Speis
des die Wellen erregenden primären Leiters dient. Dieser besi
aus einem in der Mitte durch die Funkenstrecke unterbroche
Draht, der an seinen Enden die beiden grossen Kugeln aus Zi
blech trägt. Auf dem davor stehenden Tisch ist der Resona
kreis in Gestalt zweier rechteckig gebogener, von Siegellackstüt
getragener Kupferdrähte aufgebaut. Das Nähere über d
Anordnung findet sich in der ersten von Hertz über elektris
Schwingungen veröffentlichten Abhandlung.[1]

Die zweite Abbildung möchten wir uns gestatten mit He
eigenen Worten zu erläutern und so zugleich den kurzen Beri
in den Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins
vervollständigen. In einem Vortrag, ausgezeichnet durch Inhalt
Form, wie auch durch den Kreis der begeisterten Zuhörer, de
Heidelberg 1889 versammelten deutschen Naturforscher und Aer
sprach Hertz am 20. September über seine Entdeckungen. Na
dem er seine ersten Versuche erwähnt, wie sie ihn lehrten, d
es elektrische Wellen gibt, die sich transversal schwingend
Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen, gedenkt er seiner berühm
Hohlspiegelversuche mit Worten, die wir um so lieber l
anführen möchten, als sie uns einen Ausblick eröffnen auf
Ziele, die er für seine weitere Forschung damals noch vor s
sah. Diese Stelle seines Vortrages lautete: „Alle diese Versu
sind im Grunde sehr einfach, aber sie führen doch die wicht
sten Folgerungen mit sich. Sie sind vernichtend für jede Theo
welche die elektrischen Kräfte als zeitlos den Raum überspringe
ansieht. Sie bedeuten einen glänzendeu Sieg der Theorie M

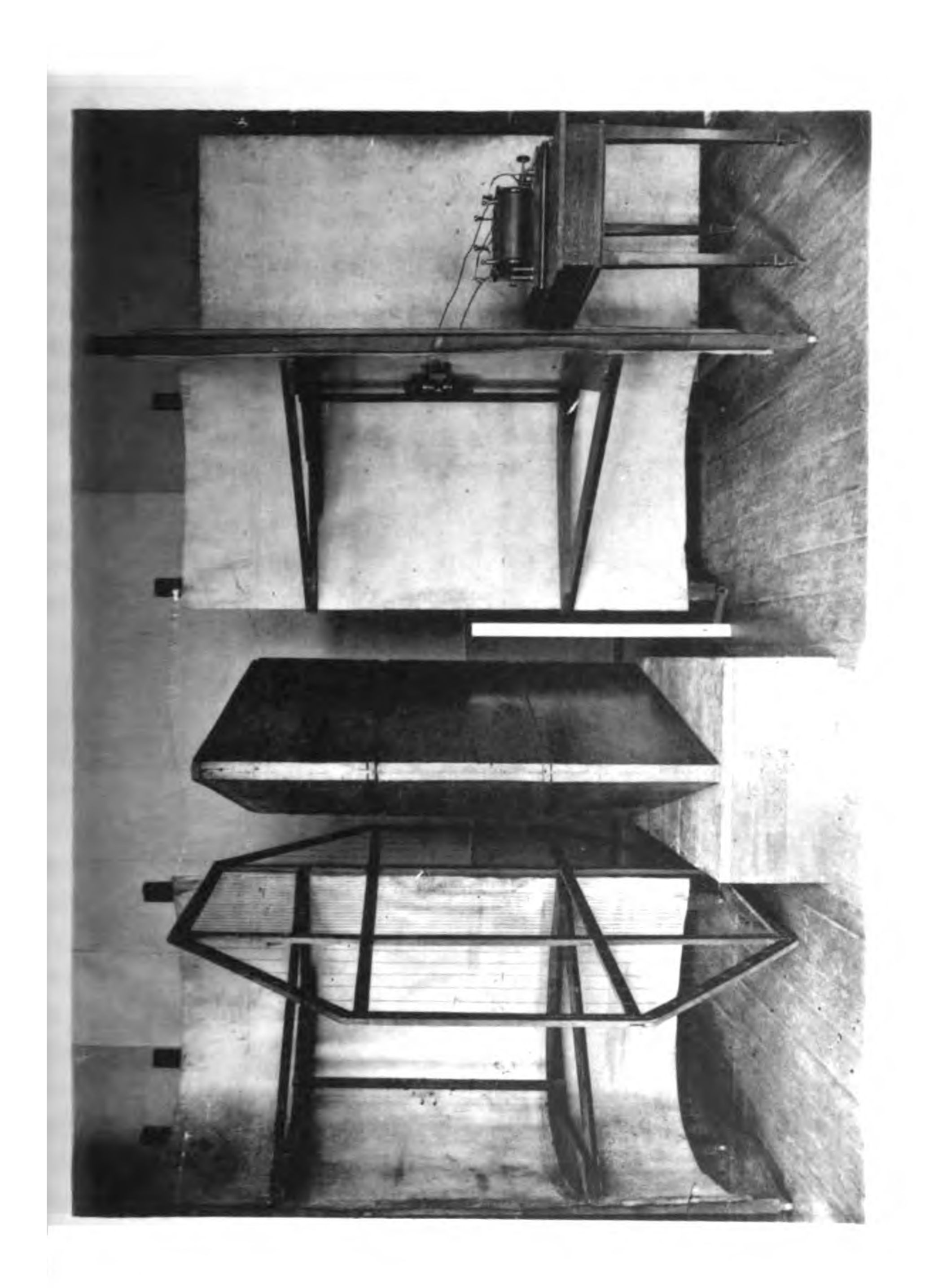
[1] Ueber sehr schnelle elektrische Schwingungen. Ausbreitung
elektrischen Kraft. S. 50.

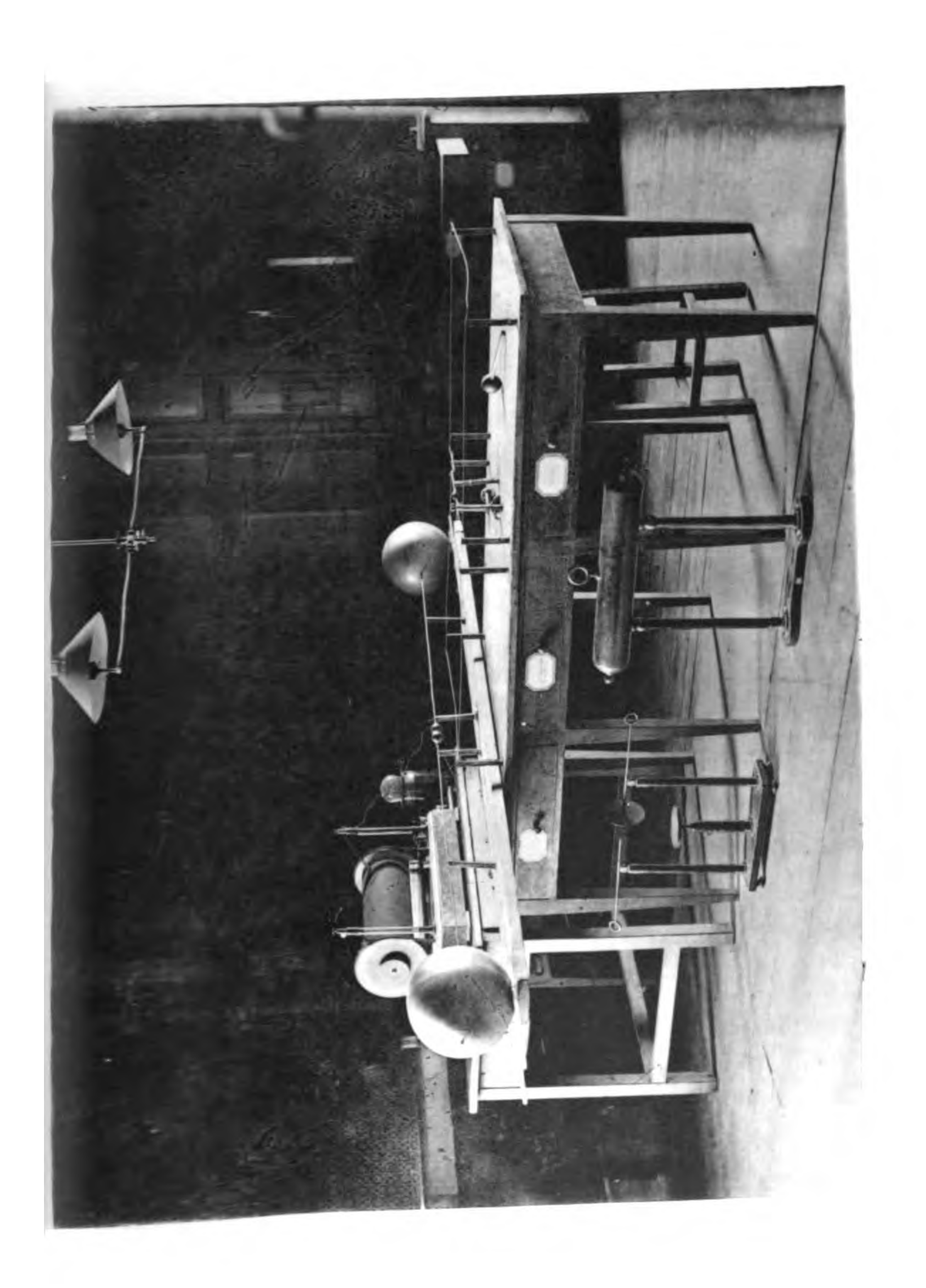
well's. Nicht mehr verbindet dieselbe unvermittelt weit entlegene Erscheinungen der Natur. Wem ihre Anschauung über das Wesen des Lichtes vorher nur die mindeste Wahrscheinlichkeit zu haben schien, dem ist es jetzt schwer, sich dieser Anschauung zu erwehren. Insoweit sind wir am Ziele. Aber vielleicht lässt sich hier die Vermittelung der Theorie sogar entbehren. Unsere Versuche bewegten sich schon hart an der Höhe des Passes, welcher nach der Theorie das Gebiet des Lichtes mit dem der Elektricität verbindet. Es liegt nahe, einige Schritte weiter zu gehen und den Abstieg in das Gebiet der bekannten Optik zu versuchen. Es wird nicht überflüssig sein, die Theorie auszuschalten. Es gibt viele Freunde der Natur, welche sich für das Wesen des Lichtes interessiren, welche dem Verständnisse einfacher Versuche nicht unzugänglich sind, und welchen gleichwohl die Theorie Maxwell's ein Buch mit sieben Siegeln ist. Aber auch die Oekonomie der Wissenschaft fordert, dass Umwege vermieden werden, wo ein gerader Weg möglich ist. Können wir mit Hilfe elektrischer Wellen unmittelbar die Erscheinungen des Lichtes herstellen, so bedürfen wir keiner Theorie als Vermittlerin; die Verwandtschaft tritt aus den Versuchen selbst hervor. Solche Versuche sind in der That möglich. Wir bringen den Leiter, welcher die Schwingungen erregt, in der Brennlinie eines sehr grossen Hohlspiegels an. Es werden dadurch die Wellen zusammengehalten, und treten als kräftig dahineilender Strahl aus dem Hohlspiegel aus. Freilich können wir diesen Strahl nicht unmittelbar sehen, noch fühlen; seine Wirkung äussert sich dadurch, dass er Funken in den Leitern erregt, auf welche er trifft. Er wird für unser Auge erst sichtbar, wenn sich dasselbe mit einem unserer Resonatoren bewaffnet. Im Uebrigen ist er ein wahrer Lichtstrahl. Wir können ihn durch Drehung des Spiegels in verschiedene Richtungen senden, wir können durch Aufsuchung des Weges, welchen er nimmt, seine geradlinige Ausbreitung erweisen. Bringen wir leitende Körper in seinen Weg, so lassen dieselben den Strahl nicht hindurch, sie werfen Schatten. Dabei vernichten sie den Strahl aber nicht, sie werfen ihn zurück; wir können den reflektirten Strahl verfolgen und uns überzeugen, dass die Gesetze der Reflexion die der Reflexion des Lichtes sind. Auch brechen können wir den Strahl, in gleicher Weise wie das Licht. Um einen Lichtstrahl zu brechen, leiten

wir ihn durch ein Prisma, er wird dadurch von seinem gerad
Wege abgelenkt. Ebenso verfahren wir hier und mit dem gleicl
Erfolge. Nur müssen wir hier entsprechend den Dimensior
der Wellen und des Strahles ein sehr grosses Prisma nehm
wir stellen dasselbe also aus einem billigen Stoffe her, etwa P
oder Asphalt. Endlich aber können wir sogar diejenigen Ersch
nungen an unserem Strahle verfolgen, welche man bisher ein
und allein am Lichte beobachtet hat, die Polarisationsersche
ungen. Durch Einschiebung eines Drahtgitters von geeigne
Struktur in den Weg des Strahles, lassen wir die Funken
unserem Resonator aufleuchten oder verlöschen, genau nach d
gleichen geometrischen Gesetzmässigkeiten, nach welchen wir d
Gesichtsfeld eines Polarisationsapparates durch Einschieben ei
Krystallplatte verdunkeln oder erhellen.[1]

Soweit die Versuche. Bei Anstellung derselben stehen v
schon ganz und voll im Gebiete der Lehre vom Lichte. Inde
wir die Versuche planen, indem wir sie beschreiben, denken v
schon nicht mehr elektrisch, wir denken optisch. Wir sehen nic
mehr in den Leitern Ströme fliessen, Elektrizitäten sich ansammel
wir sehen nur noch die Wellen in der Luft, wie sie sich kreuze
wie sie zerfallen, sich vereinigen, sich stärken und schwächen. Vo
dem Gebiete rein elektrischer Erscheinungen ausgehend, sind w
Schritt vor Schritt zu rein optischen Erscheinungen gelangt. D
Passhöhe ist überschritten; der Weg senkt, ebnet sich wiede
Die Verbindung zwischen Licht und Elektrizität, welche die Theor
ahnte, vermuthete, voraussah, ist hergestellt, den Sinnen fasslic
dem natürlichen Geiste verständlich. Von dem höchsten Punkt
den wir erreicht haben, von der Passhöhe selbst, eröffnet si
uns ein weiter Einblick in beide Gebiete. Sie erscheinen u
grösser, als wir sie bisher gekannt. Die Herrschaft der Opti
beschränkt sich nicht mehr auf Aetherwellen, welche kleine Bruch
theile des Millimeters messen, sie gewinnt Wellen, deren Läng
nach Decimetern, Metern, Kilometern rechnen. Und trotz diese
Vergrösserung erscheint sie uns von hier gesehen nur als ei
kleines Anhängsel am Gebiete der Elektrizität. Diese letzter

[1] Alle die genannten Apparate, der sendende und der empfangend
Hohlspiegel, das Prisma und das Drahtgitter sind auf unserer Abbildung
ungefähr in der Stellung des Prismenversuches, vereinigt.





gewinnt am meisten. Wir erblicken Elektrizität an tausend Orten, wo wir bisher von ihrem Vorhandensein keine sichere Kunde hatten. In jeder Flamme, in jedem leuchtenden Atome sehen wir einen elektrischen Prozess. Auch wenn ein Körper nicht leuchtet, so lange er nur noch Wärme strahlt, ist er der Sitz elektrischer Erregungen. So verbreitet sich das Gebiet der Elektricität über die ganze Natur. Es rückt uns auch selbst näher, wir erfahren, dass wir in Wahrheit ein elektrisches Organ haben, das Auge. Dies ist der Ausblick nach unten, zum Besonderen. Nicht minder lohnend erscheint von unserem Standpunkte der Ausblick nach oben, zu den hohen Gipfeln, zu den allgemeinen Zielen. Da liegt nahe vor uns die Frage nach den unvermittelten Fernwirkungen überhaupt. Gibt es welche? Von vielen, die wir zu besitzen glaubten, bleibt uns nur eine, die Gravitation. Täuscht uns auch diese? Das Gesetz, nach welchem sie wirkt, macht sie schon verdächtig. In anderer Richtung liegt nicht ferne die Frage nach dem Wesen der Elektrizität. Von hier gesehen verbirgt sie sich hinter der bestimmten Frage nach dem Wesen der elektrischen und magnetischen Kräfte im Raume. Und unmittelbar an diese anschliessend erhebt sich die gewaltige Hauptfrage nach dem Wesen, nach den Eigenschaften des raumerfüllenden Mittels, des Aethers, nach seiner Struktur, seiner Ruhe oder Bewegung, seiner Unendlichkeit oder Begrenztheit. Immer mehr gewinnt es den Anschein, als überrage diese Frage alle übrigen, als müsse die Kenntniss des Aethers uns nicht allein das Wesen der ehemaligen Imponderabilien offenbaren, sondern auch das Wesen der alten Materie selbst und ihrer innersten Eigenschaften, der Schwere und der Trägheit."[1] —

Dankbar müssen wir hier auch der mancherlei anderen Vorträge gedenken, die Hertz in unserem Verein gehalten hat, so insbesondere des Vortrages vom 24. Juni 1887, als er die von ihm entdeckte Begünstigung der Funkenentladung durch ultraviolettes Licht behandelte. Aber auch die Mittheilungen über Beobachtungen und Arbeiten Anderer besassen durch seine eindringende Auffassung und die Fülle eigener Ideen einen besonderen

[1] Sonderabdruck des Vortrages „Ueber die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität" im Verlag von Emil Strauss in Bonn.

Reiz, den leider die kurzen Berichte in den Verhandlungen n
aufbewahren konnten.

Die ungemeine Bedeutung der Hertz'schen Arbeiten
elektrische Schwingungen wurde bald allerwärts anerkannt;
Kollegen eilten nach Karlsruhe um die entscheidenden Versı
aus der Anschauung kennen zu lernen und die Genialität
jungen Gelehrten zu bewundern, dem die grosse Errungensc
mit so einfachen Hilfsmitteln und in so bescheidenen Räu
gelungen war. Nicht nur in Deutschland, auch auswärts,
besondere in England, wo ja schon länger die Faraday-Maxwell'
Theorie zur Herrschaft gelangt war, wurden die Entdeckur
mit Enthusiasmus begrüsst und von Forschern, wie Lodge u.
die selbst an diesen Fragen gearbeitet, neidlos gewürdigt.
konnte nicht ausbleiben, dass Hertz nach so ausserordentlic
Erfolgen von Karlsruhe, wo er sich 1886 durch die Verheirath
mit einer Tochter des Geodäten Dr. M. Doll ein glückli
Familienleben gegründet hatte, in einen grösseren Wirkungsk
berufen wurde. Die Universitäten von Berlin, wo Kirchhoff,
Entdecker der Spectralanalyse, und Bonn, wo Clausius, einer
Begründer der mechanischen Wärmetheorie, kurz vorher gestor
waren, daneben auch Göttingen, bewarben sich gleichzeitig
ihn. Er entschied sich zum Frühjahr 1889 für Bonn, wo z
durch die mehr theoretische Richtung von Clausius das ph
kalische Institut etwas im Rückstand geblieben war, und
mit der Reorganisation und Erweiterung neue Arbeit, dann a
auch bessere Gelegenheit zu experimenteller Forschung als ander
in Aussicht stand.

An dem neuen Wohnsitz waren Hertz noch einige Ja
fruchtbarer Thätigkeit und wachsenden Ruhmes vergönnt. Ne
eigenen Arbeiten und denen von Schülern war ein umfangreicher Br
wechsel über den Gegenstand seiner Entdeckungen zu bewältig
theils um andere mit Rath zu unterstützen, theils um Einwi
zu beantworten. Von allen Seiten häuften sich Ehren und An
kennung auf ihn, die Akademieen von Berlin, München, Wi
Göttingen, Rom, Turin und Bologna wählten ihn zum korresp
direnden Mitglied, die Academie des Sciences in Paris verl
ihm den Preis La Caze, die Akademieen in Wien und Turin d
Baumgartner- und den Bressa-Preis, von der italienischen Gese
schaft der Wissenschaftsn und von der Royal Society in Lond

wurden ihm Medaillen zuerkannt. Aber alles dies und noch vieles andere vermochten seiner anspruchslosen Bescheidenheit keinen Abbruch zu thun, wahre Befriedigung fand er nur in neuem Fortschritt der Erkenntniss und, wie er sich einmal ausdrückte, im Alleinsein mit der Natur. Nachdem ihm in einer Experimentaluntersuchung der Nachweis gelungen war, dass die Kathodenstrahlen dünne Metallschichten durchdringen können, wendet er sich in seinem letzten Werk den allgemeinsten und tiefsten Fragen seiner Wissenschaft zu, um in einer neuen Auffassung der Mechanik den Inhalt seiner Naturanschauung niederzulegen. War durch seine Entdeckungen für die elektromagnetischen Kräfte die Annahme einer unvermittelten Fernewirkung für immer beseitigt, so musste folgerichtig auch auf anderen Gebieten das Bestehen solcher abstrakter Kräfte geleugnet werden, insbesondere, wie schon in dem Heidelberger Vortrag angedeutet, bei der allgemeinen Massenanziehung, wo diese Annahme Jahrhunderte lang geherrscht und von wo aus sie auch ihren Eingang in die elektromagnetischen Theorien genommen hatte. Die Kräfte, die die Mechanik zu betrachten hat, werden also nicht nur als Ursache von Bewegungen, sondern stets auch als Wirkung von solchen angesehen, und wo, wie z. B. bei einer scheinbaren Fernewirkung, die verursachende Bewegung der unmittelbaren Beobachtung nicht zugänglich ist, die Hypothese aufgestellt, dass es unsichtbare Massen sind, durch deren verborgene Bewegung die Kräfte veranlasst werden.

Die Klarheit und Konsequenz des hier in vollendeter mathematischer Form entwickelten Systems der Mechanik lassen nicht ahnen, dass es zum Theil in einer Zeit entstanden ist, wo der Verfasser in Arbeit und Beruf schon häufig durch ein qualvolles Leiden gehindert war. Im Herbst 1892 waren bei Hertz Krankheitserscheinungen aufgetreten, die anfänglich als harmloses Zahnleiden betrachtet und behandelt wurden. Nach einem Aufenthalt in Oberitalien fühlte er sich im Frühjahr 1893 soweit gekräftigt, dass er während des Sommersemesters seine Vorlesungen halten konnte. Aber kurz nach einer Erholungskur in Reichenhall traten die Anzeichen einer schmerzhaften Knochenerkrankung von Neuem auf, wiederholte Operationen hatten sie nicht bannen können. Seit November quälten ihn an Heftigkeit mehr und mehr zunehmende Gliederschmerzen und zwangen ihn am

7. Dezember 1893 seine Vorlesungen zu schliessen. In kl
Erkenntniss des unvermeidlich Gewordenen übergab er das
stitut der Verwaltung seines Assistenten, sorgte für die Her
gabe seines letzten Werkes und schrieb seinen letzten Wi
nieder. Am 1. Januar 1894 trat der erlösende Tod ein.

Tief und allgemein war die Trauer um den Entschlafe
in dem noch nicht 37jährigen betrauerte die Wissenschaft ei
Forscher, dessen Name zu allen Zeiten unter den ersten gena
sein wird, und aus dessen Wirken sie sich noch die herrlich
Früchte versprochen hatte. Sein unvergängliches Denkmal
er sich selbst in den drei Bänden seiner gesammelten We
gesetzt, die im ersten die Berliner und Kieler Arbeiten,
zweiten die meist hier in Karlsruhe entstandenen Untersuchun
über die Ausbreitung der elektrischen Kraft, und im dritten s
letztes Vermächtniss, die Prinzipien der Mechanik, enthal
„Heinrich Hertz hat sich durch seine Entdeckungeu ei
bleibenden Ruhm in der Wissenschaft gesichert. Sein Anden
wird aber nicht nur durch seine Arbeiten fortleben, auch se
liebenswürdigen Charaktereigenschaften, seine sich immer glei
bleibende Bescheidenheit, die freudige Anerkennung fremden V
dienstes, die treue Dankbarkeit, die er seinen Lehrern bewahr
wird Allen, die ihn kannten, unvergesslich bleiben.“ Das
das Bild von Hertz, wie es auf die Nachwelt kommen wi
entworfen von seinem grossen Lehrer und Freund, H. von Helmhol

Der

dunkle Kathodenraum

von

Dr. O. Lehmann

Hofrath und Professor der Physik a. d. Techn. Hochschule.

Unter den zahllosen Räthseln, welche die Entladung in ver-
nnter Luft dem Physiker darbietet, ist das hervorragendste die
ge nach dem Wesen des dunkeln Kathodenraums. Insofern
Gestaltung der mannigfaltigen Lichtgebilde solcher Entladung
innigster Weise mit der Form und Ausdehnung des Dunkel-
ms zusammenzuhängen scheint, dürfte mit der richtigen Beant-
rtung jener Frage zugleich die Lösung vieler anderer Probleme
onnen sein.

Die Kenntniss des dunklen Kathodenraums und des hindernden
flusses, den er bei grosser Ausdehnung im hohen Vacuum auf
Entladung ausübt, reicht wohl bis in die erste Zeit der Ent-
kung des elektrischen Leuchtens zurück, wenn auch erst
ittorf (1869) seine Existenz und fundamentale Bedeutung für
Entladungsvorgänge klar erkannt und beschrieben hat.

In jenen alten Zeiten unterschied man zwischen dem Boyle'
en Vacuum und dem Toricelli'schen Vacuum d. h. dem
cuum der Kolben- und dem der Quecksilberluftpumpe [1].

Im Boyle'schen Vacuum erschien an der positiven Elektrode
davon ausgehender röthlicher Büschel, der „Konusstrahl“, an
Kathode eine Atmosphäre von bläulichem Licht, der „Stern“. [2]

---

[1]) Die älteren Kolbenluftpumpen waren natürlich sehr unvollkommen
brachten den Druck gewöhnlich nur auf 2 mm herunter. Eigentliche
ksilberluftpumpen gab es überhaupt nicht, sondern man evacuirte die
dungsgefässe, indem man sie als oberen Theil eines Gefässbarometers
bildete und durch Auspumpen der Luft aus dem Gefäss des Barometers
einer gewöhnlichen Kolbenpumpe das Quecksilber bis zu genügender
zum Sinken brachte.

[2] Siehe O. L., Elektrische Entladungen, S. 18, Fig. 12 (aus Cavallo,
ständige Abhandlung über die Elektrizität aus dem Englischen, Leipzig
, Seite 164). (Vergl. auch J. Cuthbertson, Abhandlung von der Elek-

Das vollkommene Toricelli'sche Vacuum schien nach Untersuchungen von Dr. John Walsh (etwa 1773) und Wil Morgan [1] die Elektrizität überhaupt nicht durchzulassen.

Wurde Luft eingelassen, so vermochte die Elektrizität dı zugehen und es zeigte sich zuerst grünliches, dann bläul und schliesslich purpurfarbiges Phosphorescenzlicht. D hatte die Leitungsfähigkeit den höchsten Grad erreicht.

Davy [2] füllte, um allen Quecksilberdampf zu vermeiden, Barometer mit geschmolzenem Zinn und erhielt, ebensc mit Quecksilber, sehr schwaches gelbes Phosphorescenzlicht. einem auf —29 Grad abgekühlten Barometer zeigte sich sehr blasses grünes Licht, welches beim Zulassen von Luft, bei den Versuchen von Morgan, durch meergrün in blau purpur überging.

Plücker[3] konstatirte 37 Jahre später ebenfalls das Erlös des Stromes bei sehr hohem Vacuum und das Auftreten grünem Phosphorescenzlicht, er spricht auch zuerst von Schichtung des negativen Lichtes.

Beispielsweise äussert er sich gelegentlich[4]: „In unmi

---

trizität, aus dem Holländischen, Leipzig 1786, S. 82 u. ff.). Eingehei Untersuchungen wurden erst ausgeführt, als durch Erfindung von Ru korff's Funkeninduktor und Geissler's Quecksilberluftpumpe, sowie Geissler'schen Röhren (vgl. Plücker, Pogg. Ann. 103, 88, 1858) beq Mittel zur Beobachtung gegeben waren. Eine Zusammenstellung der e Beobachtungen mit Geissler'schen Röhren mit zahlreichen kolorirten A dungen findet man in der Schrift von Th. Meyer „Das geschic elektrische Licht", Bonn, 1858. Eine Andeutung der Glimmlichtstra gibt zuerst De la Rive (Pogg. Ann. 131, 456, 1867) indem er schreibt: „Zwis einer Kugel als negativer Elektrode und einem Metallring, dessen Cen die Kugel ist, als positiver erweitert sich die bläuliche Atmosphäre, w die Kugel umgibt, unter einem Druck von 2 mm bis zu mehreren C metern und ihr Umriss ist mit kleinen sehr langen Fasern besetzt, gleichsam eine Franse bilden."

[1] William Morgan, Elektrical experiments made in order to asce the non conducting power of a perfect vacuum (Phil. Trans. 1785). V auch Faulwetter, Elektrizitätslehre, kurze Grundsätze, Nürnberg I, 1790. Uebrigens glaubten bereits Francis Hawksbee (Phil. Trans. und 1705) und S' Gravesande (gest. 1742) festgestellt zu haben, das luftleeren Raum keine elektrische Anziehung und Abstossung stattfinde.

[2] Davy, Gilb. Ann. 72, 357, 1822.

[3] Plücker, Pogg. Ann. 107, 111, 1859.

[4] Plücker, Pogg. Ann. 103, 92, 1858.

rer Nähe endlich ist die negative Elektrode von einer Hülle
rschiedenfarbigen fein geschichteten Lichtes umgeben, welche
r Form der Elektrode entspricht. Die feinen Schichten sind
ıgeln, wenn die Elektrode selbst die Form einer Kugel hat;
haben cylindrische Form in dem Fall, dass die Elektrode als
aht in die Röhre hineinragt"; und an einer anderen Stelle[1]:
er negative Draht selbst blieb, was überall der Fall ist, fort-
hrend von der fein geschichteten cylindrischen Lichthülle un-
rändert umgeben".

Aus Abbildungen, welche den Abhandlungen Plücker's bei-
geben sind, ist zu ersehen, dass er die wesentliche Bedeutung
drei Schichten des negativen Lichtes noch nicht erkannt und
Schichtung mehr als etwas Zufälliges, Nebensächliches betrachtet
t, ebenso wie diejenige des positiven Lichtes, die bekanntlich
h völlig fehlen kann.

Erst Plücker's ehemaliger Gehilfe und Mitarbeiter Hittorf
rde auf die grundsätzliche Bedeutung dieser nie fehlenden
hichten aufmerksam und seine Untersuchungen waren es, welche
m ersten Mal die eigenthümlichen Eigenschaften der schwach
ıchtenden negativen Schicht in dem elektrisch durchströmten Gase
ihren Grundzügen klar ermittelt haben. Schon in der ersten
ittheilung[2] schreibt er: „Das Glimmlicht erscheint auf der
recke, die es von der Kathode aus durchfluthet, nicht gleich-
tig, sondern besteht bekanntlich aus drei Schichten, welche
r negativen Oberfläche parallel laufen und durch ihre ver-
hiedene Leuchtkraft erkannt werden. Während die Zahl der
hichten im positiven Lichte nach den Dimensionen und der
stalt des Behälters der Dichte und Natur des Mediums sehr
ränderlich ist, bleibt sie beim negativen Lichte unter
len Umständen konstant. Ein schmaler, manchmal schwierig
hrnehmbarer Saum umgibt unmittelbar die Kathode. Auf
nselben folgt eine dickere, weniger leuchtende und daher
rchsichtige Schicht, die sich wieder von der letzteren hellern
d ausgedehntesten bestimmt abhebt. Mit der Verringerung
r Gasdichtigkeit wird die Dicke dieser Schichten stetig
össer. Ebenso wächst sie bei derselben Dichte mit der
tensität des Stromes".

---

[1] ibid. 102.
[2] Hittorf, Pogg. Ann. 136, 1, 1869.

Sodann beschreibt Hittorf eine Menge von Versuchen, welchen hervorgeht, dass in der Nähe der Kathode ein eig thümlicher Widerstand gegen die Entladung auftritt

Er sagt: „Die Versuche ..... führten zu dem Resul dass in der Umgebung der Kathode eigenthümliche hältnisse bestehen, welche die Fortpflanzung Elektrizität in der Weise, wie sie im positiven L vor sich geht, nicht gestatten und diesem Strome Eintritt in die negative Oberfläche unmöglich machen. Es demnach vermuthet werden, dass die Leitung daselbst durch Vorgang des Glimmens erfolgt.

In der That bewähren sich die Strahlen des negati Lichtes in ihrem Verhalten gegen den Magnet ... als einf Ströme, die, was ihre Richtung betrifft, in die Kathode aus Umgebung fliessen".

Ist das Gefäss nicht weit genug, um die vollkommene dehnung des negativen Glimmlichts zu gestatten, so wird äusserste hellblauleuchtende Schicht desselben abgeschnitten.[1]

Hittorf's eigene Worte sind:

„Ist dies eingetreten, so füllt die mittlere dunklere du sichtige Schicht des Glimmlichtes die Weite der Röhre aus die äusserste stärker leuchtende wird nicht mehr wahrgenomn Statt derselben erscheint rothgelbes positives Licht, das n selten geschichtet ist. Es tritt dicht an der Glaswand über ganzen Länge des mit Glimmlicht bedeckten Drahtes auf und nur eine geringe Dicke. Liegt der Draht nicht genau in Axe der Röhre, so bildet es einen rothgelben Streifen auf Seite des Drahtes, wo der grössere Abstand von der Glasw besteht.

Tritt dieses positive Licht in weiteren Röhren bei grösse Verdünnungen über der Kathode auf, so ist die Farbe bla und wird zuletzt weiss, wie die des positiven Lichtes überhau

Der Widerstand solcher Röhren ist ausserordentlich h und die älteren Beobachtungen über die Unmöglichkeit Entladung im hohen Vacuum* finden nach Hittorf i

[1] l. c. p. 213.

[2] Hittorf, l. c. S. 204.

* Siehe S. 36, Anmerk. 1.

Erklärung einfach darin, dass zu enge Gefässe benutzt wurden, in welchen der dunkle Kathodenraum die Wände berührte.

Indess auch schon solange noch negatives Glimmlicht vorhanden ist, beobachtet man deutlich ein Eindringen des positiven Lichtes in dasselbe bis zum Dunkelraum.[1] Hittorf sagt hierüber[2]:

„Man bemerkt nun sehr deutlich wie das positive Licht nur bis zur mittleren dunklen Schicht des Glimmlichtes sich ausdehnt und ganz scharf am äussern Rand derselben abschneidet.“ . . .

„Sehr schön gibt sich die Thatsache ferner kund in der Lichterscheinung einer cylindrischen Röhre, deren Kathode ein in der Axe liegender Draht ist. Vermehrt man nämlich bei grösserer Verdünnung, etwa durch Verringerung des Widerstandes, die Stromstärke, so verkleinert sich stetig der dunkle Raum zwischen Glimmlicht und positivem Licht, indem letzteres sich ausdehnt. Ist es geschichtet, so vermehren sich seine Schichten und erscheinen bei genügender Stromstärke auch neben dem Kathodenlicht. Sie nehmen hier aber nie den ganzen Querschnitt der Röhre ein, sondern bilden leuchtende Ringe, welche auf der einen Seite von der Glaswand begrenzt sind und auf der andern scharf an der dunkeln negativen Schicht endigen.“[3]

„Ist der Abstand der Elektroden so klein, dass der positive Draht in diese dunkle Schicht hinein ragt, so bleibt er, so weit er hineinreicht, ganz frei von Licht, während das ausserhalb liegende Stück sich mit einer leuchtenden Hülle umgibt.“

„Bei nahestehenden parallelen Drähten verfolgt das weisse positive Licht nicht den kürzesten Weg zur Kathode, sondern erscheint auf der Seite des positiven Drahtes, welcher von dem negativen abgewendet ist und fluthet, sich von letzterem entfernend, nach den Wandungen des Glases zu der äusseren Schichte des Glimmlichtes.“

Hittorf erhoffte von der weiteren Aufklärung dieses eigen-

---

[1] Schon v. Waltenhofen (Pogg. Ann. 126, 537, 1865) bemerkte, dass die Verdünnung, bei welcher die Entladung erlischt, von der Form der Elektroden abhängig ist.

[2] Hittorf, Wied. Ann. 21, 95, 1884.

[3] Aehnliche Fälle, welche ich später selbst beobachtete unter Anwendung grosser Stromstärken und weiter Recipienten (wobei die Erscheinung besonders deutlich zum Ausdruck kommt), sind dargestellt in den Figuren O. L. Elektr. Entladungen Tafel 7, Fig. 6, 7, 8 u. 9, ferner Tafel 8, Fig. 5, 7 u. 8.

thümlichen Widerstandes des dunklen Kathodenraums zugl
weitere Aufklärung über das Wesen des elektrischen Strome
„Täusche ich mich nicht“, schreibt er, „so sind diese
hältnisse äusserst günstig, um uns Schlüsse auf den Vorgang
elektrischen Stromes selbst zu gestatten; es ist nicht unmög
dass die Gase auf unserem Gebiete, wie in der Lehre von
Wärme, am leichtesten das Wesen der Erscheinungen erke
lassen und die moderne Physik von ihren letzten Imponderabi
den elektrischen befreien werden.“[2]

Hittorf's Versuchsergebnisse wurden indess kaum beac
Erst die Schriften von William Crookes, dessen Name d
Untersuchungen über die Eigenschaften hoch verdünnter
speziell die Entdeckung der Radiometererscheinungen[3], s
durch Publikationen über Spiritismus[4] bereits in weiteren Kr
bekannt geworden war, lenkten die allgemeine Aufmerksam
auf jene eigenthümlichen Thatsachen.[5]

War Plücker zu der Ansicht gelangt, das negative I
bestehe aus Strahlen zerstäubter Elektrodenmaterie, welche
der Kathode divergirend nach der umgebenden Glaswand

---

[1] Hittorf, Pogg. Ann. 136, 223, 1869.

[2] Schon Davy hatte sich übrigens aus ähnlichen Gründen mit den
ladungen im hohen Vacuum befasst. Er äussert sich (Gilb. Ann. 72,
1822), nachdem er auf die dunkeln Gebiete der Korpuskularphilos
hingewiesen hat: „Es schien mir, dass das Verhalten der Elektrizität in e
möglichst leeren Raum, soweit sich ein solcher auf Erden darstellen l
mit allen diesen Fragen in inniger Verbindung stehe“ und weiter (l. c. p.
„Es scheint nicht unwahrscheinlich zu sein, dass die Theilchen, welche vo
abstossenden Kraft der Wärme von der Oberfläche der Körper losger
den Dampf bilden, ebenfalls durch die Macht der elektrischen Kräfte i
entrissen werden und, wenn ihre entgegengesetzten elektrischen Zustände
zerstören, leuchtende Erscheinungen in dem leeren von allen anderen Mat
freien Raum hervorbringen können.“

[3] Crookes, Attract. und Repulsion resulting from radiation, Lon
Phil. Trans. 164, 166, 169 und 170, 1874—79; Repulsion resulting f
radiation, London, Roy. Soc. Proc. 25, 1876; Experim. contrib. to t. th
of t. radiometer, London, Roy. Soc. Proc. 25, 1876.

[4] Crookes, Researches on t. Phenom. of Spiritualism, 1874—76.

[5] Crookes, Molec. physics in high vacua; Phosphorogenic prope
of molec. discharge, London, Phil. Trans, 170, 1879. Illumination of l
of molec. pressure etc.; Elektr. insulation a. molec. physics in high va
London, Roy. Soc. Proc. 28, 1879; On a fourth state of matter, Lon

...en und von dieser wieder zu der Elektrode zurückkehren [1], so ...h Crookes in diesen Erscheinungen die Folge einer eigen...tigen Bewegung der Gasmoleküle, welche dadurch ermöglicht ..., dass bei den ausserordentlich hohen Verdünnungen der Weg, ...chen ein Molekül durchlaufen kann, ehe es mit einem andern ...mmen stösst, verhältnissmässig ausserordentlich gross wird. ... schreibt: [2] „Schon längst bin ich der Ansicht gewesen, dass ...e wohlbekannte in Vacuumröhren beobachtete Erscheinung in ...gem Zusammenhange mit der mittleren freien Weglänge ...r Molekeln steht. Untersucht man den negativen Pol beim ...rchgang der Entladung einer Inductionsrolle durch eine Röhre, ... welcher die Luft gepumpt worden, so sieht man, dass den...ben ein dunkler Raum umgibt. Man findet, dass dieser ...nkle Raum grösser oder kleiner wird bei Veränderung des ...ades der Verdünnung der Luft, in derselben Weise wie die ...ttlere freie Weglänge sich verlängert und verkürzt. Wie man ... der einen mit dem geistigen Auge erkennt, dass sie grösser ...rd, so sieht man bei dem andern mit dem leiblichen Auge die ...nahme; und wenn das Vacuum unzureichend ist, um solches ...piel der Molekeln zu gestatten, bevor sie auf einander stossen, so ...gt der Durchgang der Elektrizität, dass der dunkle Raum auf ... Dimensionen zusammengeschrumpft ist. Daraus schliessen ...r naturgemäss, dass dieser dunkle Raum die mittlere freie Weg...ge der Molekeln des noch übrig gebliebenen Gases ist, eine ...nahme, die durch das Experiment bestätigt wird.

Die Dicke dieses dunklen Raumes ist das Mass der mittleren ...ien Weglänge zwischen den aufeinander folgenden Zusammen...össen der Molekeln des übrig gebliebenen Gases. Der Ueber-

---

...y. Soc. Proc. 30, 1880; Sur la Matière radiante, Ann. chim. phys., 19, ...0 (Vortrag in Sheffield.)

Hittorf (Wied. Ann. 7, 607, 1879), bemerkt dazu: „Crookes hat in ... letzten Zeit einen grossen Theil der Thatsachen, welche ich bezüglich ... negativen Glimmlichtes in meiner ersten Mittheilung beschrieben habe, ...ederholt und, ohne meine Arbeit zu nennen, als neu der Königlichen ...sellschaft in London und der französischen Akademie vorgelegt (Phil. Mag. ... 5. 7. p 57. 1879)".

[1] Plücker, Pogg. Ann. 113, 251, 1861.

[2] Crookes, Strahlende Materie oder der 4. Aggregatzustand, deutsch ...on Dr. Heinr. Gretschel Leipzig, Quandt u. Händel 1879, Seite 7.

schuss von Geschwindigkeit, mit welchem die negativ elekt
gemachten Molekeln von dem erregten Pole zurückfliegen, l
die langsamer sich bewegenden Molekeln zurück,
sich nach dem Pole hin bewegen. Ein Zusammenstoss fi
statt an der Grenze des dunkeln Raumes, wo der leucht
Raum Zeugniss ablegt von der Intensität der Entladung.

Es ist daher das zurückgebliebene Gas — oder, wie ich
ziehe zu sagen, das Gas-Residuum innerhalb des dunkeln Ra
in einem Zustande, der ganz verschieden ist von demjenigen
Gases, das in einem Gefässe bei einem niederigen Grade der
dünnung zurück bleibt." . . .

„Bei den Erscheinungen . . . die wir nun untersuchen wo
ist der Grad der Entleerung so weit getrieben, dass der du
Raum um den negativen Pol sich erweitert hat, bi
die ganze Hülle erfüllt. Durch die grosse Verdünnun
der mittlere freie Weg so lang geworden, dass die Zusam
stösse in einer gewissen Zeit im Vergleich zu den Vorüberg
vernachlässigt werden können und dass durchschnittlich der Mol
gestattet ist, ihren eigenen Bewegungen oder Gesetzen ohne l
derniss zu gehorchen. Der mittlere freie Weg ist in der T
den Dimensionen des Gefässes vergleichbar und wir haben
nicht mehr mit einem continuirlichen Theile der Materie zu t
wie es der Fall sein würde, wenn die Röhren in weniger ho
Grade entleert wären, sondern wir müssen hier die Molekeln i
viduell betrachten. In diesen stark entleerten Gefäs
vermögen die Molekeln des Gasrückstandes mit verh
nissmässig wenigen Zusammenstössen durch die Rö
zu gehen und wenn sie mit ungeheurer Geschwindigkeit
Pole ausstrahlen, so nehmen sie Eigenschaften an, die so
und so charakteristisch sind, dass die Anwendung des von Fa
day entlehnten Ausdruckes „strahlende Materie" vollstä
gerechtfertigt wird.

Beim Studium dieses vierten Zustandes der Materie sche
wir endlich unter unsern Händen und im Bereich unserer Prüf
die kleinen untheilbaren Theilchen zu haben, von denen man
gutem Grunde voraussetzt, dass sie die physikalische Grund
des Weltalls bilden. Wir haben gesehen, dass in einigen il
Eigenschaften die strahlende Materie ebenso materiell ist
dieser Tisch, während sie in andern Eigenschaften fast den C

kter strahlender Energie annimmt. Wir haben thatsächlich das Grenzgebiet berührt, wo Materie und Kraft ineinander überzuhen scheinen, das Schattenreich zwischen dem Bekannten und nbekannten, welches für mich immer besondere Reize gehabt t. Ich denke, dass die grössten wissenschaftlichen Probleme r Zukunft in diesem Grenzlande ihre Lösung finden werden d selbst noch darüber hinaus. Hier, so scheint mir's, liegen zte Realitäten".

I. Einfluss der Gasdichte.

Allenthalben begann man nunmehr mit grösstem Eifer und teresse die Crookes'schen Versuche zu wiederholen, besonders, die zweckmässigen und eleganten von Crookes ersonnenen emonstrationsapparate bald überall käuflich zu haben aren.

Die Vermuthung, die Dicke des dunklen Kathodenraumes elle direkt die molekulare Weglänge dar oder stehe in einfacher Beziehung dazu, fand sich freilich nicht bestätigt.

Schon im Jahr 1883 zeigte Puluj[1], dass dieselbe auch nicht näbernd gleich der mittleren Weglänge der Moleküle ist. Dieelbe sollte z. B. bei 0,06 mm Druck 0,9 mm betragen, wurde ber thatsächlich zu 22 mm bestimmt, bei 1,46 mm Druck müsste e 0.04 mm sein, war aber in Wirklichkeit 2,5 mm u. s. w. olche Uebereinstimmung war aber auch nicht zu erwarten, da rookes, wie aus obigem zu ersehen, annimmt, dass die in olge elektrischer Kräfte abgestossenen Atome an der Kathode e übrigen hindern heranzukommen, ihre freie Weglänge somit össer sein muss als die nach den Annahmen der kinetischen astheorie berechnete.

Eingehende Versuche hat später Wehnelt[2] ausgeführt, mit em Ergebniss, dass zwar mit abnehmendem Druck und wachnder Spannung die dunkeln Kathodenräume zunächst proortional der Abnahme des Druckes wachsen, bei sehr niederem rucke, dagegen einige Zeit vor dem Eintreten der Funkentladung, bedeutend schneller, wie dies namentlich die beigegebene

---

[1] Puluj, Strahlende Elektrodenmaterie, Wien 1883, S. 7 u. ff.

[2] Wehnelt, Wied. Ann. 65, 511, 1898.

graphische Darstellung der Versuchsergebnisse (l. c. S. 531 Fig.
erkennen lässt.

Bald darauf prüfte Ebert[1] den Zusammenhang mit der (
dichte bei grösseren Stromstärken bei sechs verschiede
Gasen (O_2, H_2, N_2, CO, CO_2, Luft). Es ergab sich folge
Entwicklungsgesetz:

„Nimmt die Verdünnung in gleichem Verhältnisse zu,
nimmt auch die Dicke des Dunkelraumes in gleichem Verl
nisse zu", oder anders ausgedrückt: „Schreitet die Evacua
des Entladungsraumes nach einer geometrischen Reihe fort
wächst auch der Dunkelraum nach einer geometrischen Reih

Nennt man d die Dicke des Druckraumes und p den (
druck, so ist im Allgemeinen nicht $d \cdot p$ eine Konstante und
Dicke des Dunkelraumes proportional dem Drucke, sondern

$$d \cdot p^m = \text{konst., wobei } 0 < m \leq 1.$$

Merkwürdiger Weise zeigten alle Kurven einen Knick,
und hinter welchem die Konstante m verschiedene Werthe h

Eigene Beobachtungen, welche indess nur den Charakter
Vorversuchen haben[2], ergaben bei genügender Stromstärke Zah
werthe, welche sich dem Ebert'schen Gesetz einordnen las
grosse Abweichungen zeigten sich dagegen bei sehr gerin
Stromstärken.[3]

2. Einfluss der Stromstärke.

Wie schon erwähnt, war Hittorf[4] zu dem Ergebniss gek
men, bei gleichbleibender Dichte des Gases wachse die Dicke

---

[1] Ebert, Wied. Ann. 69, 211, 1899.

[2] Angestellt mit einem weiten elektrischen Ei von der in Figu
Tafel 2 Drude's Ann. Bd. 7 gezeicheten Beschaffenheit und Verwendung
Die Messungen sind ungenau, da das Manometer zwischen Ei und Pu
eingeschaltet war, anstatt hinter dem Ei, so dass Fehler in der Druckmes
entstehen konnten, wie sie Neesen (Drude's Ann. 7, 693, 1902) beschr

[3] Schon Ebert (Wied. Ann. 69. 1899, Seite 202) bemerkt: „Erl
man die durch das Entladungsrohr hindurchgehende Stromstärke, so
sich der Dunkelraum zusammen und behält dann ein bestimmtes Minin
von der Ausdehnung bei verhältnissmässig grossen Stromdichten an
Kathode bei".

[4] Hittorf, Pogg. Ann. 136. 213, 1869.

Schichten des negativen Lichtes, also auch die des dunkeln Kathodenraumes, mit steigender Intensität des Stromes.

Dieses in Bezug auf den Dunkelraum unzutreffende Versuchsergebniss Hittorf's mochte wesentlich dazu beigetragen haben, der Crookes'schen Hypothese über die Natur des dunkeln Kathodenraumes weitere Verbreitung zu verschaffen. Denn mit der Stromstärke wächst auch die Spannung; stellt also die Dicke des dunkeln Kathodenraums die freie Weglänge der von der Kathode fortgeschleuderten negativ elektrisirten Theilchen dar, so folgt ohne weiteres, dass dieselbe mit vergrösserter Stromstärke wachsen muss, weil damit die treibende elektrische Kraft wächst, somit auch die von den Molekülen erlangte Geschwindigkeit und die Energie, mit welcher sie die andern Gasmoleküle von der Kathode fortstossen.

Schon Crookes bemerkte nun aber, dass der dunkle Kathodenraum über einer mit Russ bedeckten Stelle der Kathode grösser ist. Berücksichtigt man, dass der Russ ein sehr schlechter Leiter ist, dass somit an den russbedeckten Stellen die Stromstärke jedenfalls kleiner war, so hätte schon hieraus geschlossen werden können, dass zunehmende Stromstärke den Dunkelraum nicht vergrössert, sondern im Gegentheil vermindert.

Eine ähnliche Beobachtung machte auch G. Wiedemann. [1] Er fand, dass bei einer plattenförmigen Kathode das Glimmlicht eine Art Schale bildet, deren convexe Seite der Elektrode zugewendet ist, d. h., dass am Rande der Glimmlichtfläche, wo wie später Wehnelt durch sorgfältige Experimente [2] nachgewiesen hat, die Stromdichte geringer ist als in der Mitte, umgekehrt die Dicke des Dunkelraums beträchtlich grösseren Werth hat. [3]

---

[1] G. Wiedemann, Pogg. Ann. 145, 392, 1872.

[2] A. Wehnelt, Ueber Strom- und Spannungsmessungen an Kathoden in Entladungsröhren, S. Hirzel, Leipzig 1901. Fig. S. 5.

[3] Diese Aufbiegung des Glimmlichts an den Rändern habe ich selbst in zahlreichen andern Fällen beobachtet und durch Figuren zur Anschauung gebracht, z. B. in meinem Buche über elektrische Entladung Tafel 7, Fig. a—f und Tafel 6, Fig. 4. Wird die Stromdichte in der Mitte des Glimmlichts sehr gross, so zeigt sich daselbst pos. Licht, wie Tafel 4, Fig. 4, und Tafel 1, Fig. 2 andeuten. Wächst die Stromdichte noch mehr an, so wird die Dicke des Dunkelraums in der Mitte rasch minimal, da sich daselbst Metalldampf bildet, und die Entladung geht in Bogenentladung über.

Die erste klare Bemerkung über den Zusammenhang Stromstärke und Dicke des Dunkelraums findet sich wohl an genannten Stelle bei Ebert.[1] Es steht dort: „Bei grossen Str stärken verdichtet sich das ganze Kathodengebilde und die D der zweiten Schicht erreicht ein Minimum, welches dann von der Stromstärke und Spannung innerhalb weiter Grei unabhängig ist."

In besonders auffälliger Weise beobachtete ich [2]) die Ers nung bei einem grossen elektrischen Ei unter Benutzung e geladenen Kondensators mit 8 Mikrofarad Kapazität als Ele zitätsquelle, bei Einschaltung eines Widerstandes von etwa 50 Ohm. In dem Masse, wie mit fortschreitender Entladung Spannung des Kondensators und damit die Stromstärke sich minderte, hob sich die Glimmlichthülle von der Kathode ab wanderte gegen die Anode hin, wobei sich die Dicke des Dun raumes bis auf etwa 35 cm vergrösserte. Sodann hörte Durchgang des Stromes auf. Bei einem Luftdruck von 0,195 vergrösserte sich der Dunkelraum von 8—19 cm als die Str stärke von 10,2 auf 0,03 Milliampere abnahm. Bei dem Dr 0,105 mm vergrösserte sich der Dunkelraum von 5 auf 7 während die Stromstärke von 62 auf 0,6 Milliampere fiel. 0,15 mm Druck trat keine Aenderung der Dicke (4 cm) ein, die Stromstärke von 0,3 bis 20,5 Milliampere anstieg.

In ganz unzweideutiger Weise, d. h. unter Umständen, welchen über gleichen Druck und gleiche chemische Beschaf heit des Gases nicht der geringste Zweifel obwalten konnte, ze den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Dunkelraum Versuch mit einem durch eine Scheidewand aus Aluminium in zwei durch eine Röhre communizirende Hälften gethei elektrischen Ei, in dessen Abtheilungen gleichzeitig Ströme

---

Ferner gehört hierher eine Beobachtung von Wehnelt (Wied. Ann. 511. 1898), welcher zu Folge in weiteren Röhren unter sonst glei Verhältnissen der dunkle Raum stets etwas grösser ist als in en In letzteren tritt nämlich, wie schon Hittorf bemerkte, die Entladung bei grösserer Spannung ein und demgemäss ist auch die Stromstärke grössere.

[1] Ebert, Wied. Ann. 69, 202, 1899.

[2] O. L., Drudes Ann. 7, 4, 1902.

schiedener Stärke flossen, wobei man die Stromstärken leicht
nuschen konnte.[1]

Um die gesetzmässige Beziehung zwischen Stromstärke und
kelraum aufzufinden, wurde bei dem mehrfach erwähnten
ssen elektrischen Ei mit Drahtnetzscheidewand eine grössere
ahl Messungen gemacht und deren Resultate graphisch auf-
ragen. Der Verlauf der Kurven konnte, da die Messungen
den bereits oben erwähnten Ungenauigkeiten behaftet waren,
schätzungsweise ermittelt werden. Die Ergebnisse sind in
Figuren 1 und 2 dargestellt, von welchen die erstere die
ke des Dunkelraums an einer kugelförmigen Elektrode (Durch-
ser 7 cm), die letztere an dem ebenen Drahtnetz (Durch-

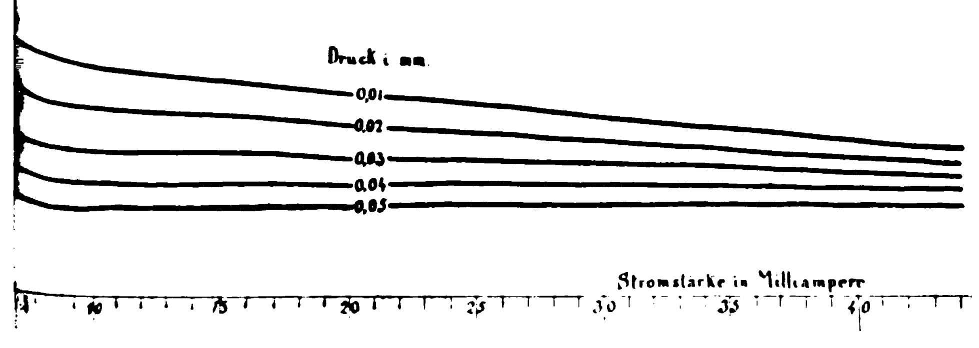


Fig. 1.

ser 32 cm) bei den Drucken 0,01; 0,02; 0,03; 0,04; 0,05 mm
t. Wie man sieht, wächst die Dicke des Dunkelraumes bei
n kleinsten Druck und bei äusserst kleiner Stromstärke ganz
verhältnissmässig. Bei grösseren Drucken lassen sich solche
inen Stromstärken nicht erzielen.

Auch der **Einfluss der Temperaturerhöhung** lässt
tlich den Einfluss der vergrösserten Stromstärke auf den
nkelraum erkennen, weil gleichmässige Erwärmung bei kon-
nter Stromstärke den Dunkelraum nicht beeinflusst. Wurde
ulich wie bei dem eben angeführten elektrischen Ei eine zum
il aus Aluminiumfolie bestehende Kathode benutzt, so erschien
Dicke des Dunkelraums über der Aluminiumfolie vermindert,
nbar weil in Folge der Erhitzung der dünnen Folie dort die
omdichte eine grössere ist.

---

[1] l. c. Fig. 4.

Insofern der Dunkelraum ein Hinderniss für die Entla
darstellt, bedingt solche Verminderung seiner Dicke durch
peraturerhöhung ein weiteres Anwachsen der Stromstärke, so

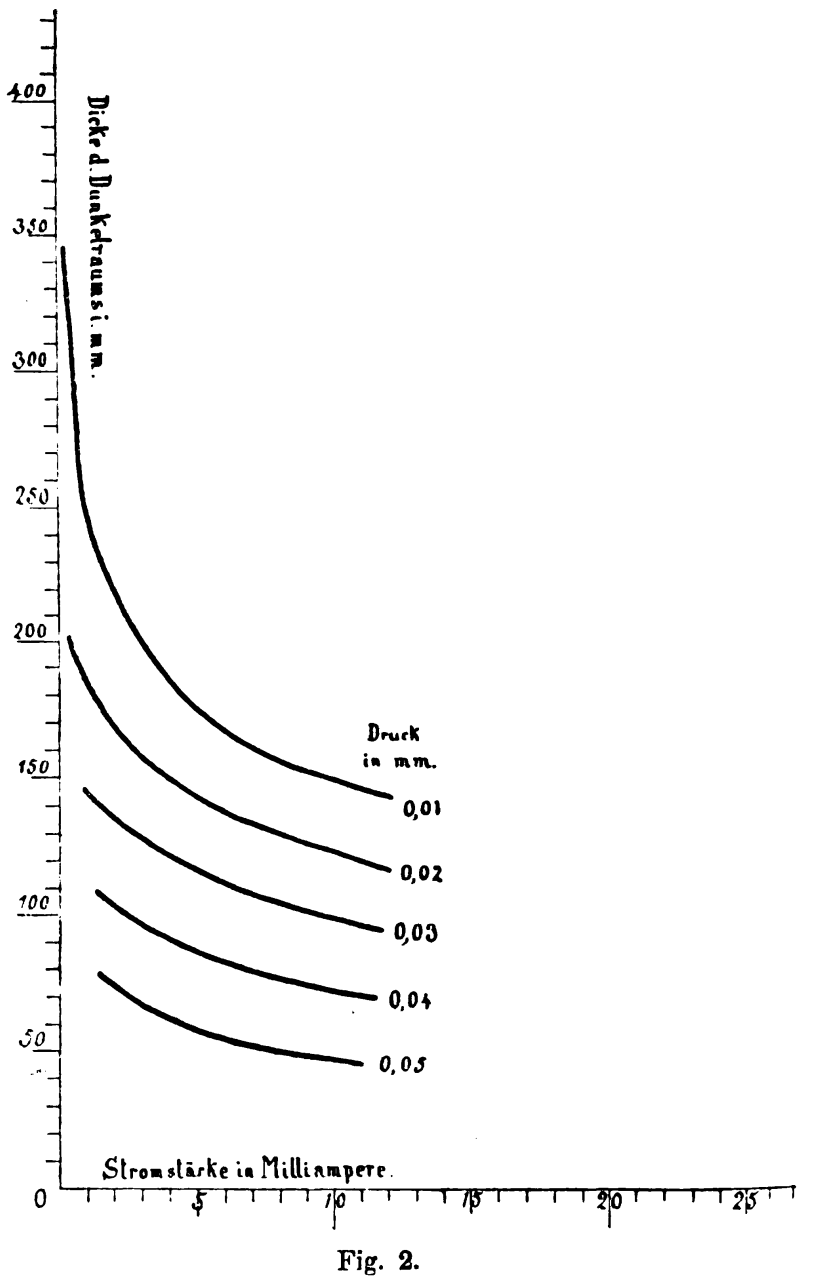


Fig. 2.

der Zustand leicht ein labiler wird und schliesslich, wenn
Temperatur bis zur Bildung von Metalldampf an der Elektrode
gesteigert hat, Umschlagen in Lichtbogenentladung stattfin

[1] Siehe O. L. Elektrische Entladungen S. 241.

Sehr deutlich zeigt sich schliesslich der Einfluss der Strom-
tärke auf den Dunkelraum bei Einwirkung eines magne-
ischen Feldes, wobei die Stromdichte an einzelnen Stellen
er Kathode ausserordentlich anwächst, nämlich da, wo die mag-
etischen Kraftlinien die Kathode durchschneiden, während
ie an den Stellen, wo die Kraftlinien nur tangiren, sich ausser-
rdentlich vermindert. An den ersteren sieht man die Dicke des
unkelraumes mit steigender Intensität des Magnetfeldes bis zu
inimalen Werthen sinken, während sie an den andern weit über
as normale Mass steigt.

3. Einfluss des Magnetismus.

Die Wirkungen des Magnetismus auf die elektrischen Ent-
dungen sind zuerst von Plücker[1]) untersucht worden. Er
chreibt: „Je mehr meine Beobachtungen sich vervielfältigen,
esto mehr scheint mir das negative Licht ein selbständiges, das
n dem eigentlichen elektrischen Strome und seinem Lichte keine
igentliche Beziehung hat. Es unterscheidet sich vom positiven
ichte wahrscheinlich dadurch, dass es in sich zurückkehrende
tröme bildet und nicht das Gas, sondern andere ponderable
Materien zu Trägern hat". Das positive Licht dagegen sollte
ich nach Plücker's Ansicht wie ein biegsamer Leiter verhalten.

Anderer Ansicht ist Hittorf, welcher Plücker's Unter-
uchungen fortsetzte. Er äussert sich[2]:

„Das Laplace'sche Gesetz, welches alle Ströme beherrscht,
it für das positive wie negative Licht in gleicher Weise giltig.
o lange der Magnet schwach bleibt, erscheinen auch die Be-
egungen, welche beide in der cylindrischen Röhre ausführen,
ast gleich; sie werden aber um so verschiedener, je stärker der
Magnetismus auftritt. Der Glimmstrahl verhält sich näm-
ich wie ein unendlich dünner, gradliniger, gewicht-
oser, steifer Stromfaden, der bloss an dem Ende,
elches den negativen Querschnitt berührt, fest bleibt.
Mit seinem andern Ende und der ganzen biegsamen Länge folgt
r den Kräften, welche zwischen seinen Theilchen und dem Magnet

[1] Plücker, Pogg. Ann. 104, 629, 1858 und 107, 88 u. 111, 1859.

[2] Hittorf, Pogg. Ann. 136, 215, 1869.

bestehen, ohne Rücksicht darauf, welche Lage er in Bezug die Anode gewinnt, ob er sich von derselben entfernt, ode nähert. Das positive Licht unterhält die Verbind zwischen den Glimmstrahlen in der jedesmaligen L die sie einnehmen, und der Anode und ist für diese durch den geringen Widerstand, den es in den stark verdün Medien besitzt, geeignet. Es erscheint daher als ein der ganzen Länge biegsamer Stromleiter, dessen E beide fest sind, und kann nur soweit den magnetischen Kr folgen, als es diese Bedingung gestattet."

Von besonderem Interesse ist noch die nachfolgende merkung[1]:

„Bildet die Axe des Glimmstrahlenbündels mit der mag schen Kurve, welche durch den negativen Querschnitt einen rechten Winkel, so gehen die Glimmstrahlen, welche er zur Richtung haben, bei hinreichend starkem Magnete in ebene kreisförmige Windung über, welche auf der magnetis Kurve senkrecht steht; zu beiden Seiten derselben legen sich divergirenden Strahlen als Spiralen an. Es entsteht so schöne Regelfläche, die in der Mitte am stärksten leuchtet deren Querschnitt mit der Annäherung an die Polfläche sich s verkleinert, da die Krümmungskraft hier zunimmt".

Meine eigenen Untersuchungen stehen mit diesen Ergebni Hittorf's nicht vollkommen in Uebereinstimmung, wie w unten näher dargelegt werden soll.[2] Zunächst sei nur darauf gewiesen, dass auch diese Versuchsergebnisse von Hittorf zu Gunsten der Crookes'schen Theorie sprachen, und wohl wes lich zu deren Verbreitung und weiteren Ausbildung beigetr haben. Die Ablenkung der Kathodenstrahlen erfolgt näm ganz in dem Sinne, in welchem negativ geladene Theilchen gelenkt werden müssen, welche in senkrechter Richtung von Kathode mit grosser Geschwindigkeit fortgeschleudert wer Die Wärmewirkung an den Stellen, wo die abgelenkten

[1] Hittorf, Pogg. Ann., 136, 216, 1869.

[2] Schon Goldstein (Berl. Ber. 1876, 284) kam zu der Ueberzeug dass eine Verschiedenheit von positivem und negativem Licht ni bestehe. Meine Versuche (Drude's Ann. 7, 10, 1902) ergaben, dass keinen festen Ausgangspunkt des Lichtes an der Anode gebe.

nicht abgelenkten Stellen einen festen Körper treffen, sowie die mechanischen Wirkungen[1] sprechen gleichfalls in hohem Masse für die Hypothese.

Aber wie sollten die Gasatome die Ladung der Kathode annehmen, da doch die Gase vollkommene Isolatoren sind?

Denkt man sich einem langen Metalldraht, etwa einer Telegraphenleitung, an einem Ende plötzlich elektrische Spannung mitgetheilt, z. B. durch Berührung mit einem geladenen Konduktor, so wird der dielektrische Spannungszustand, den man sich für einen Moment auch im Draht in der Nähe des Konduktors vorhanden denken kann, dort plötzlich verschwinden (Influenz), der Draht bildet nun eine Verlängerung des Konduktors und der elektrische Zustand breitet sich an seiner Oberfläche aus mit einer Geschwindigkeit, die annähernd gleich der Lichtgeschwindigkeit ist. An Stelle der Energie des verschwundenen dielektrischen Polarisationszustandes tritt im Drahte Wärme-Energie auf.

Denkt man sich den Draht ersetzt durch eine ebenso lange Glasröhre mit angesäuertem Wasser, so breitet sich der elektrische Zustand auch aus, aber nur mit einer Geschwindigkeit, welche gleich der Wanderungsgeschwindigkeit der Ionen ist. Die verschwindende elektrische Energie verwandelt sich in diesem Fall vorwiegend in Energie chemischer Trennung.

Ersetzt man den Draht durch eine Glasröhre mit sehr verdünntem Gas, so schreitet, wie Versuche gezeigt haben,[2] der elektrische Zustand fort annähernd mit der Geschwindigkeit des Lichtes. Die verschwindende elektrische Energie geht über in Wärme und Strahlung. Elektrolyse (Ausscheidung von Zersetzungsprodukten an den Elektroden) findet nicht statt,

---

[1] Siehe J. J. Thomson, die Entladung der Elektrizität durch Gase, Leipzig, 1900, Seite 99 u. 100.

[2] Nach den Versuchen von J. J. Thomson (Proc. Roy. Soc. 49, 84, 1891) schreitet die Entladung von der Anode gegen die Kathode hin, etwa mit der Hälfte der Lichtgeschwindigkeit fort. Aeltere Bestimmungen der Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen siehe Wiechert Sitzb. d. phys. ökonom. Ges. z. Königsberg 1897, 7. Jan. u. Beibl. 21, 443, 1897, Willy Wien. Verh. phys. Ges. Berlin, 16, 165, 1897; Des Coudres, Verh. d. phys. Ges., Berlin 14, 85, 1895.

Nach neueren Bestimmungen von Batelli und Stefanini beträgt die Geschwindigkeit der Kathodenstrahlen bei 25 000 Volt 5796 m, bei 120 000 Volt 129 576 m pro Sek.

wohl aber weisen die Existenz eines Entladungsgradienten, sc das Auftreten der strahlenden Energie darauf hin, dass Zertrümmerung der Moleküle in elektrische Atome bew wird.[1]

Sind es diese, welche ähnlich wie die Ionen bei der Elel lyse das Fortschreiten der Entladung bedingen, oder pfl sich nur die Entladung wie bei Metallen, ähnlich einem Ris einem elastisch gespannten Körper mit jener ungeheueren Gesch digkeit fort, während die elektrischen Atome sich nur lang von der Stelle bewegen und zu neuen unelektrischen Molek vereinigen? Der Mangel von Zersetzungsprodukten, die Umset der Energie in andere Energieformen, statt in chemische Ene scheinen mit Bestimmtheit auf eine solche grundsätzliche schiedenheit von Gasentladung und Elektrolyse hinzuweisen.

Im Gegensatz hierzu erscheint die Crookes'sche Hypot nur verständlich unter der Annahme, dass auch die Gase dungen elektrolytischer Natur seien.

Dass die elektrischen Atome, welche der Entladungspro hervorgerufen hat, wenigstens theilweise dem Antrieb der K des elektrischen Feldes folgend zu den Elektroden hinwand und dort Verschiedenheiten hervorrufen[2], ist verständlich, a wenn man den Entladungsvorgang selbst nicht als elektrol schen Prozess betrachtet. In neuerer Zeit haben nun aber schiedenartige Untersuchungen, insbesondere von J. J. Thomsc wahrscheinlich gemacht, dass bei der Entladung die elektrisc Atome dieselben Elektrizitätsmengen transportiren wie

---

Bei Verwendung eines Induktoriums entstehen in Folge der ab menden Spannung der Partialentladungen nach einander Kathodenstral von verschiedener Geschwindigkeit, welche im magnetischen Felde verschie stark abgelenkt werden und das von Birkeland gefundene sogena magnetische Spektrum der Kathodenstrahlen erzeugen, wenigs glaubt Strutt (Phil. Mag. (5) 48, 478, 1899) die beobachteten Erscheinun in dieser Weise erklären zu können.

[1] Siehe O. L. Entladungen, Seite 180.

[2] Nach Morren (1865) zeigt sich das weisse Phosphorescenzlicht in d 40 Theile Luft, 60 Theile Sauerstoff und eine Spur Schwefelsäureanhy enthaltenden nachleuchtenden Geisler'schen Röhren nicht in der die Kath anhaltenden Kugel, wohl aber sehr stark in der Nähe der Anode.

[3] Siehe J. J. Thomson, Phil. Mag. (5), 44, 293, 1897 und Die Ent dung der Elektrizität durch Gase, Leipzig 1900, Seite 20, 198 u. s. w.

der Elektrolyse und dass sie sich mit derselben Geschwindigkeit von der Kathode fortbewegen mit der die Entladung von hier aus fortschreitet. Dies würde allerdings für die elektrolytische Natur des Entladungsvorganges sprechen.

Berechnet man nun auf Grund dieser Annahme die Ablenkung, welche die bewegten elektrischen Theilchen in einem gegebenen magnetischen Felde erleiden müssen, so zeigt sich durchaus keine Uebereinstimmung mit den thatsächlichen Verhältnissen. Um solche zu erzielen, muss man die Masse der Ionen nicht gleich der der gewöhnlichen Atome, sondern mindestens 700 mal kleiner setzen, d. h. man muss annehmen, dass durch den Entladungsvorgang kleinere Theilchen von den Atomen abgetrennt werden.

Unabhängig von dieser elektrolytischen Entladungstheorie und früher als dieselbe hat auch schon die gewöhnliche von Faraday begründete Dissociationstheorie [1] zu derselben Annahme geführt, dass es kleinere elektrische Theilchen als die elektrischen Atome geben müsse, welche durch Zertrümmerung aus den Atomen entstehen, weil nämlich die Entladungserscheinungen im einatomigen Quecksilberdampf und andern einatomigen Metalldämpfen [2] ganz dieselben sind wie in gewöhnlicher Luft, so dass man nothwendig eine „Dissociation höherer Ordnung" (Warburg) d. h. eine Zerspaltung der Atome annehmen muss. Ferner hatten zu derselben Annahme der Existenz frei beweglicher Theilchen (Elektronen) innerhalb der Atome eine Menge neuerer Untersuchungen auf andern Gebieten, insbesondere von H. A. Lorentz (1880) und J. J. Thomson, geführt, bezüglich deren auf die Schriften der Genannten, sowie die Zusammenstellung von Kaufmann hingewiesen werden möge. [3]

Kann man nun aber auch auf Grund der Elektronenhypothese

---

[1] O. L. Entladungen, S. 518, ff.

[2] Vergl. E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied, Ann. 57, 456, 1896 und O. L. Entladungen, Seite 278 u. S. 236, Fig. 146. (Letztere zeigt, dass die Entwicklung von Kupferdampf an einer Stelle des dunkeln Kathodenraums dort keine Aenderung hervorbringt, sondern nur grünliche Färbung der Glimmlichthülle an jener Stelle bedingt.)

[3] W. Kaufmann, Phys. Zeitschr. 3, 9, 1901.

das magnetische Verhalten der Kathodenstrahlen, so wie es H
torf beschrieben hat, im allgemeinen erklären[1], so stösst d
die Deutung des dunkeln Kathodenraumes auf grosse Schwie
keiten. Versuche in dieser Richtung sind neuerdings
J. Stark[2] gemacht worden.

Er äussert sich in folgender Weise: „Indem ein Ion, a
trieben von der Kraft des Feldes, dem elektrischen Spannu
gefälle, eine Spannungsdifferenz durchläuft, wird elektrische Ene
des Feldes an dem Ion in kinetische Energie verwandelt.
kinetische Energie des im Spannungsfelde fallenden Ions k
indess nicht unbegrenzt anwachsen, da das Ion bei jedem Zus
menstoss wieder Energie abgibt; das Ion kann immer nur
seiner Weglänge zwischen zwei auf einander folgenden Zus
menstössen Energie in kinetischer Form in sich ansammeln.
Maximum seiner kinetischen Energie besitzt es immer unmittel
vor dem Zusammenstoss. Und dieses Maximum ist gleich der
dahin freidurchlaufenen Spannungsdifferenz.

Bei der hohen Temperatur, welche die bewegten Ionen
nehmen können, ist es selbstverständlich, dass sie Atome u
Moleküle zu intensivem Leuchten durch ihren Anschlag erreg

„Kommen an einer Elektrode von einer Ionisirungspartie
Innern des durchströmten Gases Ionen an, so können sie an
Metalloberfläche mit so grosser kinetischer Energie e
treffen, dass sie dort das Gas durch ihren Stoss io
siren. Dies ist der Fall der einfachen Grenzionisirung.

Der Fall der einfachen Grenzionisirung kommt lediglich
der Anode vor. Hier nämlich können die negativen Ionen, wel
beispielsweise von dem negativen Glimmlicht, der positiven Lic
säule herkommen oder im Gasinnern durch einen sekundä
Ionisator erzeugt wurden, schon nach Durchlaufung einer klein
Spannungsdifferenz ionisirend wirken, bei welcher die kinetis
Energie der positiven Ionen noch lange nicht zur Ionisiru
ausreicht.

---

[1] Aus dem Potentialgefälle an der Kathode und der Masse der El
tronen, welche aber theilweise eine scheinbare, durch die Bildung des mag
tischen Feldes bedingt ist, muss sich die Geschwindigkeit der Elektron
berechnen lassen. (Siehe Abraham, Gött. Nachr. Heft 1, 1902.)

[2] J. Stark, Drudes Ann. 7, 423, 1902.

Umgekehrt kann an der Kathode nicht die von den posi-
en Ionen frei durchlaufene Spannungsdifferenz behufs einfacher
isirung genügend gross werden, ohne dass gleichzeitig, oder
mehr schon viel früher, auch die kinetische Energie der nega-
n Ionen zur Ionisirung ausreichend gross wird und so zwei-
e Ionisirung eintritt. . . . .

„Von der negativen Glimmschicht gehen positive Ionen aus
chlaufen den dunkeln Kathodenraum frei, vermöge der hierbei
enommenen grossen kinetischen Energie ionisiren sie an der
hodenoberfläche in der ersten Kathodenschicht das Gas. Von
er Ionisirungspartie gehen hinwiederum negative Ionen aus,
chlaufen in entgegengesetzter Richtung den dunkeln Kathoden-
n frei und ionisiren in der negativen Glimmschicht vermöge
r grossen kinetischen Energie das Gas. . . . .

„Der Abstand zwischen Kathode und dem Saum des nega-
n Glimmlichts, die Dicke des dunkeln Kathodenraums, ist mit
äherung gleich der mittleren freien Weglänge der positiven
en unter den gegebenen Verhältnissen".

Diese Erklärung lässt verstehen, dass der Dunkelraum mit
hsender Stromstärke, d. h. steigender elektrischer Kraft an
ke abnehmen muss, auch erscheint die Zunahme der Dicke
abnehmendem Gasdruck verständlich in Folge der vergrösserten
ekularen Weglänge; das magnetische Verhalten der Strahlen
fte aber bedeutend schwieriger zu erklären sein, besonders
ofern als die Existenz eines entgegengesetzt gerichteten posi-
n Ionenstroms vorausgesetzt wird.

Schon oben wurde angedeutet, dass Hittorf's Ausführungen
r das magnetische Verhalten meinen Untersuchungen zufolge
ht ganz zutreffend sein können, speziell soweit sie das Vor-
ndensein eines von der Anode ausgehenden positiven Stromes
reisen sollten.[1] Beispielsweise wurde eine drahtförmige Kathode

---

[1] Siehe insbesondere die oben (S. 38) angeführte Stelle, welcher zufolge die
rpflanzung der Elektrizität, wie sie im positiven Licht stattfindet, in der
gebung der Kathode nicht möglich sein soll, im Gegensatz zu der im
ativen Glimmen.

Goldstein (Ber. d. Berl. Akad. 1876, 284) äussert sich: „Nachdem
erkannt hatte, dass die Charaktere des negativen Lichtes an jeder
iebigen Stelle der positiven Lichtsäule durch blosse Querschnittsänderung
s Entladungsraumes sich hervorrufen lassen und dass jede einzelne

einer grossen positiven Platte gegenübergestellt, hinter wel
sich die Pole eines Hufeisenmagneten befanden.[1] Die Glimml
strahlen werden in solchem Falle der Regel gemäss zu einem
Pole verbindenden Bogen deformirt, dessen Enden die pos
Platte berühren, so dass eigentlich positives Licht überhaupt
auftreten könnte; statt dessen sah man aber von allen Pun
dieses blauen Bogens rechtwinklig zu demselben positives I
in gekrümmter Bahn zu der Anode sich hinziehen, woraus
schönes röthlich leuchtendes Gewölbe hervorging, welches au
einen Seite durch den blauen Bogen begrenzt war. Noch d
licher tritt der Unterschied hervor bei meinen neueren Versu
in weiten Gefässen, z. B. in der Anordnung, welche in den
guren 8 und 9 der mehrfach citirten Abhandlung[2] dargestellt
Während die blauen Glimmlichtstrahlen an den Stellen austr
wo die magnetischen Kraftlinien die Kathodenfläche schne
und da verschwinden, wo diese nur tangiren, tritt umgek
der positive Lichtstrom da hervor, wo die Kr
linien tangiren und verschwindet da, wo sie die Oberfl
der Anode durchdringen. Die blauen Glimmlichtstrah
sind bei genügender Stärke des Magnetfeldes übe
den Kraftlinien parallel, der scheinbar aus der An
austretende rothe Lichtstrom ist an allen Stellen se
recht dazu. Dieses Gesetz findet man immer bestätigt, n
nur wenn die magnetischen Kraftlinien, wie in den angegeb
Figuren, senkrecht zur Verbindungslinie der Elektroden verlau

---

positive Schicht nichts ist, als ein modificirter Büschel n
tiven Lichtes, wurde jener Gegensatz von Kathodenlicht und posit
Licht mir ebenso zweifelhaft, wie schon früher eine grosse Zahl and
vermeintlicher Gegensätze zwischen beiden, deren Aufhebung mir be
gelungen war."

Meine Untersuchungen unterscheiden sich von denjenigen Hittorfs
Goldsteins dadurch, dass sie mit Elektroden von grosser Oberflä
ausgeführt wurden (besonders Kugeln), so dass nicht nur Beobachtung
Ablenkung des Lichtes zwischen den Elektroden, sondern auch die
schiebung der Ansatzpunkte an denselben möglich war. Bezüglich der n
tiven Glimmlichtstrahlen ergab sich (Vgl. O. L., Entladungen S. 366),
eine Verschiebung der Ansatzpunkte nicht eintritt, wohl aber diejeni
Strahlen unmöglich werden, für welche der Widerstand zu gross wird.

[1] Siehe O. L. Elektrische Entladungen, S. 365, Fig. 233.

[2] O. L., Drude's Ann. 7, Tafel 1, 1902.

ndern auch wenn sie dazu parallel oder beliebig geneigt sind, h dann, wenn das Magnetfeld nicht wie angenommen homogen sondern seine Richtung in beliebiger Weise vom Orte abhängt. Stets zeigen sich an der kugelförmigen Kathode ensiv leuchtende blaue Glimmstrahlenbündel in der htung der Kraftlinien, an der Anode ein heller röth- ier Ring, dessen Ebene zu den durch die Anode ienden Kraftlinien senkrecht steht.

Hittorf hat wohl vollständig recht, wenn er die Glimm- hlen auffasst als Ströme, die von der Kathode ausgehen und endigen, es ist aber nicht richtig, dass diesem negativen m von einem festen Punkte der Anode aus ein itiver entgegenkommt, welcher da mit ihm zusammen- t, wo die Glimmstrahlen (an der Glaswand) endigen. Das tive Licht ist vielmehr die Fortsetzung des negativen, es geht allen Punkten der blauen Glimmlichtbündel ausser- b des dunkeln Raumes aus und endigt an der Anode, in- es, soweit möglich, senkrecht zu den magnetischen Kraft- en verläuft. Mit andern Worten: Sämmtliche Lichterschein- n im luftverdünnten Raum werden hervorgerufen durch einen om negativer Elektrizität, welcher unbekümmert um die e der Anode senkrecht aus der Kathode hervordringt, dessen mlinien aber in einiger Entfernung von der Kathode ausser- des dunkeln Raumes an verschiedenen Stellen, da wo die imale Lichtentwicklung auftritt, plötzlich ihre Richtung lern und sich der Anode zuwenden.

Dass neben diesem Strom negativer Elektricität noch ein her positiver vorhanden sein könnte, dafür lassen sich aus Lichterscheinungen und dem magnetischen Verhalten nicht keine Anhaltspunkte gewinnen, dieselben sprechen vielmehr haus dagegen, da sich alle Erscheinungen vollkommen durch negativen Strom erklären und das Austreten eines ähnlich verhaltenden Stromes aus der Anode (besonders im Magnet- e) Störungen hervorbringen müsste, von welchen nichts zu erken ist.

Bei der Spitzenentladung in freier Luft, zwischen einer ativen Platte und positiven Spitze kann man freilich nicht a sagen, es komme ein negativer Strom aus der Platte und de sich gegen die Spitze; man wird vielmehr der alten

Faraday'schen Theorie gemäss sagen müssen, dass an Spitze mit steigender Spannung zuerst der Entladungsgrad erreicht wird, weshalb dort Zerreissung der Moleküle oder At stattfindet (unter Verbrauch elektrischer Energie d. h. Verschwi des Polarisationszustandes), und dass alsdann die entstand negativen Elektronen oder Ionen gegen die Spitze hin wan und ihre Elektrizität daselbst abgeben, die positiven dagegen unsichtbarer elektrischer Wind der negativen Platte zu str dort zunächst eine mehr oder minder dicke Atmosphäre bild um nach und nach ihre Elektrizität ebenfalls zu verlieren[1]. elektrischen Ei ist ein solcher unsichtbarer Convektionsstrom der Anode aus sicher nicht vorhanden, wohl aber muss an Kathode, von welcher die negativen Ionen fortgeschleudert wer eine ähnliche Anhäufung der übrig bleibenden positiven I in Form einer die Kathode umgebenden Hülle eintreten, gleichem Grunde, weil diese positiven Ionen ihre Elektrizität langsam an die Kathode abzugeben vermögen[2].

In dieser Hülle positiv elektrisirter Luft dürfte, wie schon in einer der ersten Arbeiten andeutete[3], der Grund Bildung der negativen Glimmlichthülle, sowie auch des dun Kathodenraums zu suchen sein. Für eine solche Hülle sch namentlich auch der verhältnissmässig kleine Betrag der Goldstein entdeckten Deflexion der Kathodenstrah sowie der elektrostatischen Ablenkung der Lena strahlen im Felde eines im Vakuum befindlichen Kondensa

---

[1] Interessant wäre die Untersuchung des elektrischen Windes, we den geschichteten Töpler'schen Büschellichtbogen in freier Luft begl (M. Töpler, Wied. Ann. 63, 109, 1897).

[2] Den Grund der Verschiedenheit kann man in ungleicher Grösse beiden Ionen erblicken, wie ich es früher angenommen habe (vergl. (Elektrizität und Licht, 315, § 176, 1895 und O. L. Elektrische Entladu S. 172 unten, 1898). Auch die neuere Elektronentheorie macht aus den besprochenen Gründen dieselbe Annahme.

[3] O. L. Vortrag b. d. Naturforscherversammlung in Freiburg 1883 Wied. Ann. 22, 305, 1884; ferner Drude's Ann. 6, 661, 1901.

Mebius (Wied. Ann. 59, 695, 1896 und Fortschritte 54 (2), 803, 1 kam durch Bestimmung des Potentialgefälles im dunkeln Kathodenraum e falls zu der Ansicht, dass das Gas daselbst positiv elektrisch sei und i von konstanter elektrischer Dichte. Bei geringerem Drucke zeigte allerd die innere Kathodenschichte scheinbar negative Ladung.

precben[1], sodann auch das Fortfallen der Kathodenerschein-
n, sowie des räthselhaften Widerstandes an der Kathode, bei
lurch Induktion erzeugten, in sich zurücklaufenden Ent-
ngen nach Hittorf und J. J. Thomson[2].

Auf alle Fälle folgt aus diesen Betrachtungen über den Ver-
ler Stromlinien, dass eine Brechung derselben an der Grenze
)unkelraums und im negativen Glimmlicht stattfinden muss,
e bei einem konstanten Strom, wegen der damit verbundenen
hkreuzung der Stromlinien undenkbar ist. Es gibt
wei Annahmen, welche diese Brechung erklärlich erscheinen
, nämlich diejenige, dass es sich um zwei in äusserst
em Tempo alternirende, von der Anode und der Kathode
hende Entladungen handelt — welche aber durch den Nach-
dass von der Anode keine Strömung ausgeht, hinfällig
den ist — und die andere, dass die negativen Ströme (oder
chen), die von der Kathode ausgehen, in Folge der dieselbe
ernden positiven Luft zunächst eine Bahn verfolgen, welche
m senkrecht auf der Kathode steht, unabhängig von der
e, und nachdem sie unter Lichtentwicklung (durch Zusammen-
e) einen grossen Theil ihrer Energie verloren haben und dem
ch der positiven Hülle entkommen sind, schliesslich den von
Anode ausgehenden Kraftlinien folgen und längs diesen
nstreben. Die Lichterscheinungen können bedingt sein, wie
s schon früher angenommen habe, durch die bei Trennung
ociation durch die elektrische Kraft) und Wiedervereinigung
iver und negativer Theilchen auftretenden raschen elektrischen
ingungen[3].

---

[1] Siehe Goldstein, Eine neue Form elektrischer Abstossung; Berlin,
er 1880 und Lenard, Wied. Ann. 64, 279, 1898.

[2] Vergl. Hittorf, Wied. Ann. 23, 805, 1884 und O. L. Elektr. Ent-
gen, S. 48.

[3] O. L. Elektricität und Licht, 331, 1895. Mit der Auffassung, dass
as Leuchten veranlassende Strom ausschliesslich von der Kathode zur
geht, stimmt auch sehr gut der Versuch von Goldstein mit einer
ach gebrochenen Röhre mit seitlichen Ausläufern, wie sie in
Figuren 221 und 222, Seite 347 in meinem Buche über Entladungen dar-
llt ist.

Ferner stimmt damit die schon früher von Goldstein ausdrücklich
te Identität von positivem und negativem Licht, wie sie sich
die Uebergangsformen an Gefässverengungen kundgibt. (Siehe O. L. Ent-

4. Einfluss der Elektrodendistanz.

Die gemachte Annahme, die Bildung des dunkeln Kath raums beruhe in dem Auftreten einer positiv elektrischen hülle um die Kathode, lässt es plausibel erscheinen, das Dunkelraum mit abnehmender Gasdichte wächst, da diese mit wachsender molekularer Weglänge grössere Ausdehnun nehmen muss.

Sie macht es auch begreiflich, dass sich der Dunkel zusammenziehen muss mit wachsender Stromstärke, weil auch die Spannungsdifferenz und somit die von der Kathod die positiven Ionen ausgeübte Anziehungskraft wächst. Schwi einzusehen ist dagegen, warum der Dunkelraum eine sc Grenze besitzt und wesshalb er sich als grosses Hindernis den Durchgang des Stromes erweist.

Da die Entladung durch das Potentialgefälle bedingt is müsste zur Erklärung der Erscheinungen der genaue Verlau Potentialkurve ermittelt werden. Bei der Berechnung wär berücksichtigen, dass sich für jede Stelle des Dunkelraume Potential aus 3 Theilen zusammensetzt, dem Beitrag der La der Kathodenoberfläche, dem der positiven und dem der nega Ionen. Die Glimmlichtgrenze gegen den Dunkelraum dürfte Ort derjenigen Punkte sein, an welchen die Wirkung der nega Ionen, über die sich theilweise kompensirenden Wirkungen beiden andern Faktoren, so sehr überwiegt, dass dort das ladungspotentialgefälle erreicht wird, ähnlich wie unmittelba der Oberfläche der Kathode, in Folge der dort überwiege Wirkung der positiven Ionen.

Was den Widerstand des dunkeln Raumes anbelangt tritt derselbe, wie schon die Untersuchungen Hittorf's ge haben, besonders hervor bei geringer Elektrodendistanz und

---

ladungen 332). Die Tafeln meiner Arbeit in Drude's Ann. 7, 1, 1902 zahlreiche Beispiele hierzu. Die Figuren 16 und 17 beispielsweise den Drahtnetzen unmittelbar aufsitzendes negatives Glimmlicht, welches richtiges Kathodenglimmlicht) durch den dunkeln Trennungsraum von positiven Schichten getrennt ist. Auch gegen den Magneten verhält es ganz genau wie negatives Licht. Durch Erweiterung der Poren lassen aber alle Uebergänge zu einer Schicht positiven Lichtes herstellen. dabei nicht, wie bei Fig. 72, das Drahtnetz als Sekundärelektrode funktio zeigt das Fehlen des dunkeln Kathodenraums. (Vgl. d. Tab. S.

gen Gefässen. Es war dies einer der Gründe, die mich verlassten, die Untersuchung über Entladungen in weiten Gefässen szuführen. Der Erfolg entsprach durchaus den Erwartungen. s zeigte sich, dass in solchen weiten Gefässen nicht nur sehr ringe Potentialdifferenzen (ca. 400 Volt) ausreichen die Entlung einzuleiten und zu unterhalten, sondern dass man bei reichend weit fortgesetzter Verdünnung im Stande ist, Ströme n minimaler Stärke durch das verdünnte Gas zu nden, wie sie bei gewöhnlicher Verdünnung oder bei engeren fässen nicht entfernt erhalten werden können. Im Gegensatz der üblichen Auffassung, dass äusserst verdünnte Gase vollmmene Isolatoren seien[1], ergab sich eine hervorragende itungsfähigkeit, welche nur dann fast plötzlich aufhörte, wenn e Anode vollständig von dem dunkeln Kathodenraum umhüllt rde. Dass aber auch bei einem solchen Gefäss nicht jede römung im Gase ausgeschlossen war, auch wenn weder ein uchten beobachtet werden konnte, noch ein Ausschlag des illiontel Ampère anzeigenden) Galvanometers, war leicht zu kennen, wenn man auf das Entladungsgefäss ein Magnetfeld nwirken liess, in solcher Richtung, dass, falls leuchtende Entdung vorhanden gewesen wäre, die Dicke des Dunkelraums in

---

[1] Ein solches nahezu absolutes Vakuum glaubt z. B. Lenard (Wied. n. 64, 279, 1898) erhalten zu haben, da er schreibt: „Die Strahlen thodenstrahlen) führen also negative Elektricität mit sich durch eine zur de geleitete metallische Wand hindurch und durch einen Raum, welcher h in jeder Hinsicht als vollkommen nicht leitend erweist, im besonen auch dann, wenn man versucht, unter Zuhülfenahme starker Kräfte eine trische Ladung durch ihn zu senden"; und später, da er von dem in dem uum aufgestellten Kondensator spricht: „Zunächst überzeugen wir uns on, dass der Kondensator eine elektrische Ladung, die ihm ertheilt wird, e merkbaren Verlust beibehält auch dann, wenn die Strahlen ihn quer chziehen und wenn er so stark geladen ist, dass die Potentialdifferenz chen seinen Platten einer Funkenlänge von mehreren Millimetern in Luft spricht; auch ist es in keinem Falle möglich, eine elektrische Entladung chen den Platten in Gang zu setzen. Der Beobachtungsraum ist also, e in den vorhergehenden Versuchen, vollkommen isolirend und bleibt auch, wenn er durchstrahlt wird".

Meines Erachtens muss auch ein enges Gefäss, wie es Lenard benutzte, e kurze Zeit den Strom hindurch gehen lassen, bis sich die Wandladungen d der dunkle Kathodenraum gebildet haben, welche den weiteren Stromrchgang hindern.

Folge Erhöhung der Stromintensität sich vermindert hätte.
bald setzte der Strom in Form einer leuchtenden Entl
wieder ein, hörte aber sofort wieder auf, sobald man das M
feld beseitigte[1].

Diese Versuche beweisen, dass auch bei so geringer E
dendistanz, dass die Anode innerhalb des Dunkelraums zu
kommt, zunächst ein schwacher lichtloser Strom zu
kommt, welcher aber fast völlig wieder aufhört, wenn sich di
positiver Luft genügend weit ausgebildet hat. Dann näml
das Potentialgefälle in der Nähe der Anode verschwindend
also kein Grund zu einer Wanderung der negativen Jone
handen, selbst nicht im Fall einer Neubildung an der K
da bei solcher auch die positiven Ionen in gleicher Weis
mehrt und durch diese die negativen festgehalten würde
solcher Art kann man sich den molekularen Zustand des
in einem hochevakuirten kleinen Entladungsgefäss denken, w
anscheinend ein vollkommener Isolator geworden ist[2]. Au

[1] Die hemmende Wirkung eines Magnetfeldes auf die En
beobachtete zuerst Plücker, Pogg. Ann. 107, 87, 1859. H. Ebe
E. Wiedemann, Wied. Ann. 50, 34, 1893; O. L. ibid. 56, 320, 189
Warburg Sitz.-Ber. d. Berliner Akademie 132, 1897 fanden sodann
sich diese hemmende Wirkung auch auf den Eintritt der Entladung er
wenn das Magnetfeld vorher erregt war und zwar so, dass die magne
Kraftlinien senkrecht zu den späteren Stromlinien verliefen. Diese W
konnte nur bedingt sein durch den Einfluss des Magnetfeldes auf ei
leuchtenden Entladung vorangehende konvektive lichtlose
ladung (Vergl. O. L. Wied. Ann. 22, 334, 1884). Warburg fand
dass eine begünstigende Wirkung eintritt, wenn die Kraftlinien den
linien parallel sind, ich selbst, dass bei verstärktem Magnetfeld die
günstigende Wirkung in eine hemmende übergehen kann (Drude's Ann.
1902) und die eben besprochenen neuen Versuche ergeben, dass auc
gekehrt bei Kreuzung von Strom- und Kraftlinien durch Verstärku
Magnetfeldes die Hemmung in Begünstigung übergehen kann. Massgeb
in allen Fällen, wie die Dicke des dunkeln Kathodenraums der lic
äusserst schwachen Entladung durch die Ablenkung derselben bee
wird. Wird sie an einer Stelle der Elektode sehr gering, so wird de
tritt der leuchtenden Entladung begünstigt.

[2] Weitere Aufklärung erhoffte ich von Versuchen mit hoch evak
Elektroskopen mit gut isolirender Glaswand.

Schon oben wurde der Versuche von Hawksbee und s'Graves
gedacht, welche scheinbar ergaben, dass im Vakuum keine elektrisch
ziehungs- und Abstossungskraft auftrete.

cheinungen, welche eintreten, wenn die Anode nicht vollständig en dunkeln Kathodenraum eintaucht, ergeben sich ungezwungen unserer Auffassung. Ein Potentialgefälle ist nur an den t im Dunkelraum befindlichen Theilen der Anode vorhanden,

---

Dessaignes (Gilb. Ann. 48, 40, 1814) vermochte indess im Vakuum ein trometer zur Divergenz zu bringen und ebenso Davy (Gilb. Ann. 72, 1822). Letzterer hängte an einen in das obere Ende eines Barometers schmolzenen Platindraht dünne Platindrähtchen, welche an ihren untern s mit zwei sehr kleinen Kügelchen aus demselben Metall versehen waren. nd sich, dass diese Kügelchen, wenn der Platindraht elektrisirt wurde, r vollkommensten, über dem Quecksilber zu bildenden Leere sich einander o abstiessen als sie es unter den gewöhnlichen Umständen gethan haben n. Eine schwach geladene Leydener Flasche wurde langsam durch dieses m entladen.

Worthington (Phil. Mag., 19, 218, 1885) fand, dass eine im stark irten Raum aufgehängte Platinkugel heftig nach einem elektrisirten blättchen hin angezogen, und nachdem im Augenblick der Berührung leiner Funke entstanden war, abgestossen wurde.

Genaue Untersuchungen hat neuerdings H. Pflaum (Drude's Ann. 1, 1900) ausgeführt mit dem Ergebniss, dass das Vakuum ein vollliger Isolator ist und elektrostatische Wirkungen in ihm intensiv ten.

Er liess sich von dem Glaskünstler Müller-Unkel in Braunschweig ch evakuirtes Elektroskop herstellen mit etwa 1 cm langen und $1^1/_2$ mm n Pendelplättchen aus starker Aluminiumfolie, welche an einer flachen iniumlamelle befestigt sind.

Näherte man einen elektrischen Körper dem Knopfe dieses Vakuumroskops, so wurden die Blättchen stark abgestossen und zwar mit der namigen Elektrizität; entfernte man den Körper, so fielen sie augenich in die senkrechte Lage zurück, berührten die Lamelle und wurden f von dieser abgestossen, wobei nun ihre Ladung die entgegengesetzte Den Vorgang kann man sich nach Pflaum folgendermassen denken: der genäherte Körper z. B. negativ elektrisch, so bewirkte er eine Anlung der positiven Elektrizität im Knopfe, der negativen in der Lamelle den Blättchen. Letztere strömt ziemlich schnell durchs Vakuum auf nere Glaswand aus, und die Lamelle erweist sich daher nach Entng des Körpers als schwach positiv elektrisch. Die gewöhnlichen Elekopversuche gelingen mit dem Apparat nach Pflaum ebenfalls, er ist sogar hem Grade empfindlich, jedoch wirkt das Auftreten von Ladungen auf Glaswandungen sehr störend. Ist die äussere Wandung nicht ganz trocken, es kaum zu vermeiden, dass nicht auf ihr eine starke ungleichnamige ng auftritt. Diese kann sich dann stundenlang halten. Nähert man den risirten Körper dem Knopfe, während die Aussenwandung zur Erde abtet ist, so laden sich die Blättchen durch Influenz; berührt man nun den pf, so tritt durch das Freiwerden der gleichnamigen Elektrizität eine so

nur dort also kann positives Glimmlicht auftreten, während andere Theil dunkel bleibt. Es wird dies namentlich dann gel wenn die Anode scharf zugespitzt ist, somit geringe Kapa besitzt und der Einfluss der positiven Ionen auf die Gestalt der Potentialkurve vorwiegt. Abgerundete oder plattenför Anoden werden dagegen den Dunkelraum zurückdrücken kön indem ihre Ladung in gleichem Sinne wirkt, wie diejenige positiven Ionen.

Gleiches kann auch schon bei gleichgeformten Elektr eintreten. So beobachtete schon Poggendorff[1], dass bei E troden von nur 1 mm Abstand bei gesteigerter Luftverdünn das blaue Glimmlicht von der Spitze des Drahtes wegrüc

---

starke Ladung der Blättchen auf, dass sie meist unter einem Winkel 180° divergiren.

Versuche, welche ich selbst an einem solchen ebenfalls von Mül Unkel bezogenen Vakuum-Elektroskop ausführte, ergaben, dass die Erscl ungen recht komplizirter Natur sind und sich nur erklären lassen d den Uebergang der Elektrizität von den Blättchen auf die Wände des häuses unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das Ausströmen negativen Elektrizität viel schwieriger stattfindet als das positiven.

Aehnlich mussten bei einem von Hittorf (Wied. Ann. 7, 596, 1 benutzten Vakuumelektroskop die Gefässwände störend einwirken.

Zur Vermeidung dieser Wandladungen habe ich mir ein evakuirtes Elel skop herstellen lassen, dessen Innenwände mit einem zur Erde abgeleiteten D netz bedeckt waren. Dasselbe schien sich, so lange im Innern keine Entla eintrat, ganz wie ein gleichartiges gewöhnliche Luft enthaltendes Elektro zu verhalten, sowohl bei positiver wie bei negativer Elektrizität, auch sichtlich der Grösse der Ausschläge und deren allmähliger Abnahme der Zeit. Das Gefäss hatte etwa 5 cm Durchmesser.

Um auch das Verhalten während des Stromdurchgangs bei gering Verdünnungsgraden beobachten zu können, brachte ich in einem tubul Luftpumpenrezipienten, welcher auf einen metallenen Teller aufgekittet ein Aluminiumblattelektroskop als Elektrode an. War der Teller Kat (Dunkelraum 58 mm dick) und das Elektroskop Anode, so erschienen Blättchen von positivem Glimmlicht eingehüllt und divergirten nur we Wurde der Strom umgekehrt, so erschien das ganze Elektroskop vom „dun Raum“ umgeben; die Blättchen divergirten relativ stark und der Wi zwischen ihnen war vollständig von dem „gelben Saum“ ausgefüllt.

Diese Ergebnise harmoniren mit der Auffassung, dass die Kathode einer positiven Lufthülle umgeben ist, welche dort starken Potentialab bedingt.

[1] Poggendorff, Pogg. Ann., 138, 644, 1869.

Einige Versuche, die ich selbst[1] ausführte, sind dargestellt in meinem Buche über elektrische Entladungen, Fig. 129 und 130, S. 179; Tafel 2, Fig. 10 (nach O. L. Wied. Ann. 11, 686, 1880); ferner Fig. 5—8, S. 12; Tafel 4, Fig. 7; Tafel 5, Fig. 3; Tafel 8, Fig. 1, 2, 5 und 7 und Tafel 9, Fig. 2 und 9. Auch E. Wiedemann[2] und Wehnelt[3] haben mehrere hierher gehörige Beobachtungen gemacht.

Da die früheren Beobachtungen mit einer einfachen Influenzmaschine angestellt waren, habe ich einige derselben[4] unter Anwendung einer Accumulatorenbatterie oder Hochdruckinfluenzmaschine wiederholt.

Die Figur 3 zeigt die Erscheinungen bei verschieden gestalteten Elektroden bei verhältnissmässig hoher Verdünnung.

Im Falle a. taucht die nadelförmige Spitze der Anode, welch letztere ganz von blauem Glimmlicht umgeben ist, fast vollkommen in den Dunkelraum; auch die Spitze der Kathode ist dunkel und dahinter erscheint lediglich der durch Strichelung parallel zur Kathode kenntlich gemachte „gelbe Saum".

Im Falle b. ist die ganze positive Kugel im Dunkelraum und auch die vordere Hälfte der negativen Kugel erscheint dunkel, nur auf der Rückseite wird der „gelbe Saum" sichtbar.

Die Figur c. zeigt eine positive Platte, auf deren Rückseite sich positives Glimmlicht (durch Punktirung angedeutet) festgesetzt hat, das sich am Rande mit dem sehr spärlich vorhandenen negativen Glimmlicht mischt. Fast die ganze Spitze der Kathode ist dunkel, nur an dem dickeren Stiel zeigt sich eine kurze Hülle von „gelbem Saumlicht".

Figur d. zeigt den umgekehrten Fall, dass die Platte Kathode und die Spitze Anode ist. Sogar der dicke Stiel der letzteren reicht weit in den Dunkelraum hinein und der gelbe Saum auf der Vorderfläche der Platte erreicht beträchtliche Dicke.

Bei Figur e. endlich sind beide Elektroden plattenförmig. Da das Gefäss nicht weit genug war, konnte das positive Licht nur in Form eines dünnen geschichteten Stiels, dessen Lage sehr

[1] O. L. Wied. Ann. 11, 693, 1880.

[2] E. Wiedemann, Wied. Ann. 20, 776, 1883.

[3] Wehnelt, Wied. Ann. 65, 511, 1898. Siehe ferner: O. L., Entladungen, S. 175, Fig. 127, S. 180 S. 389 Fig. 258, S. 377, Fig. 252.

[4] Speziell die in O. L. Entladungen S. 12 Fig. 5—8 dargestellten.

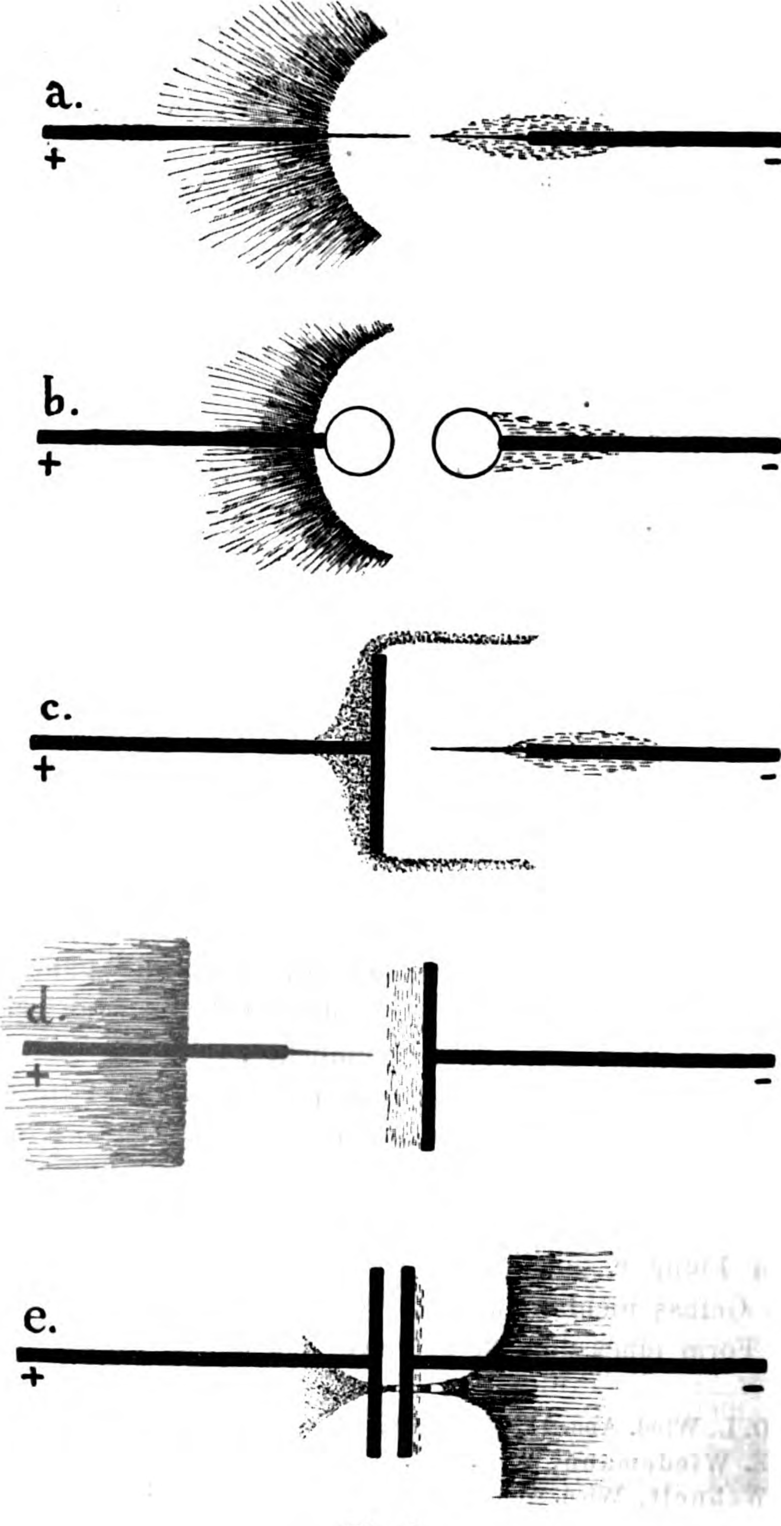


Fig. 3.

veränderlich ist, von der Anodenseite nach dem blauen Glimmlicht gelangen. Der Büschel auf der positiven Seite erscheint, wenn genügend Raum gegeben ist, als röthlicher Büschel, ist die

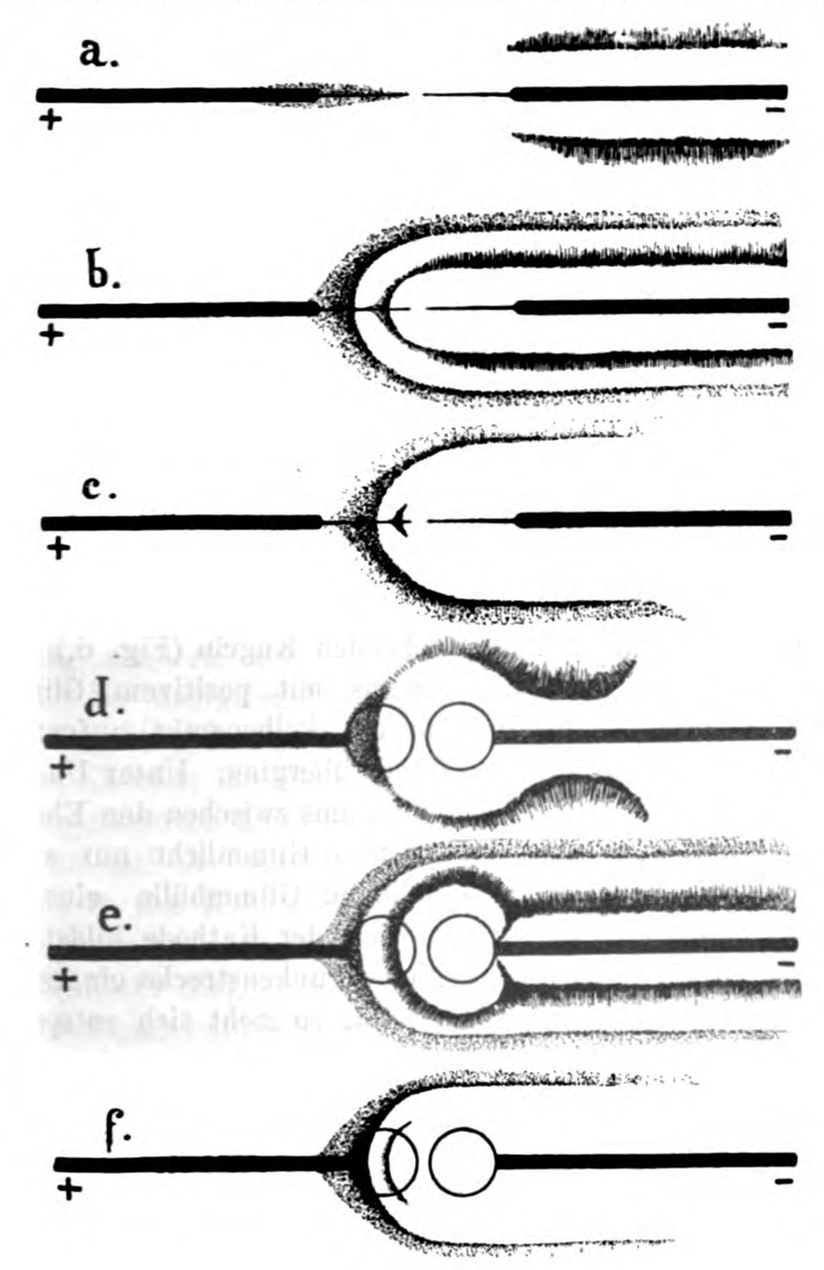


Fig. 4.

Passage aber sehr eng, so nimmt er die Eigenschaften eines Bündels von Kanalstrahlen an.

Die Figur 4 zeigt ähnliche Erscheinungen bei etwas grösserer Dichte des Gases. Figur a. ist der normale Fall beim Ueber-

gang des Stromes zwischen sehr nahestehenden Spitzen. I
positive Spitze ist ganz von röthlichem Glimmlicht umhüllt,
negative vollkommen dunkel. Erst über dem Stiel zeigt sich
negative Glimmlicht. (Der blasse gelbe Saum ist nicht angedeut

Wurde vor die Kathode eine kleine Funkenstrecke
geschaltet, so nahm die Lichterscheinung die Form der Figu
an. Das positive Glimmlicht zog sich in die Nähe der Sp
der Anode und vereinigte sich mit dem negativen Glimmli
während die Spitze selbst dunkel blieb. In einigem Abstand
dieser blauen nur an der Kuppe röthlichen Hülle, durch
„Trennungsraum" davon getrennt, erschien die in dem rot
positiven Lichte leuchtende zweite Hülle, scheinbar ebenfalls
der Anode ausgehend und ihrer Natur nach übereinstimm
mit dem positiven Büschellicht.

Wurde die Funkenstrecke vor die Anode gesetzt, so na
die Intensität dieses Büschellichtes zu, während die blaue Hü
abblasste und fast völlig unsichtbar wurde, bis auf das, i
Kuppe bildende positive Glimmlicht. (Fig. c.)

Bei zwei einander nahe stehenden Kugeln (Fig. d.) war
Anode ausserhalb des Dunkelraums mit positivem Glimmlic
bedeckt, welches unmittelbar in die kolbenartig aufgetriebe
blaue Glimmlichthülle an der Kathode überging. Unter Umständ
kann die Vergrösserung des Dunkelraums zwischen den Elektrod
so beträchtlich sein, dass das positive Glimmlicht nur am St
der Anode hervortritt und die blaue Glimmhülle eine dav
völlig getrennte Manschette am Stiele der Kathode bildet[1].

Wird an der Kathode eine kleine Funkenstrecke eingeschalt
d. h. dort die Stromintensität erhöht, so zieht sich entspreche
der Dunkelraum zusammen, die blaue Manschette verlängert si
zu einer die ganze Kathode umschliessenden blauen Hülle, welc
nur da, wo sie die Anode berührt, in rothes positives Glim
licht übergeht (Fig. e). In kleinem Abstand von dieser Hül
dem dunkeln „Trennungsraum", zeigt sich eine zweite röthlic
Hülle, welche ebenfalls von der Anode ausgeht, aber über
von der ersteren durch einen dunkeln Zwischenraum getrennt is
das positive Büschellicht, von der bekannten rosa Farbe. Erhöl
man die Entladungsintensität an der Anode durch Vorschalte

[1] Vergl. O. L. Entladungen, S. 175, Fig. 127 und Taf. 7 Fig. 1d.

iner kleinen Funkenstrecke, so wird dieses positive Büschellicht vorherrschend, die blaue Glimmhülle blasst ab und verschwindet zuweilen fast vollständig (Fig. f).

Bei sehr nahe stehenden grossen Platten nimmt dabei diese Hülle in dem Winkel zwischen der negativen Platte und deren Stiel ganz die Färbung des negativen Glimmlichts an, wird auch durch den Magneten ebenso wie dieses beeinflusst und erregt an der Stelle der Glaswand, wo sie auftrifft, grünes Phosphorescenzlicht; ein weiterer Beweis für den Mangel einer grundsätzlichen Verschiedenheit von positivem und negativem Licht. Umgekehrt nimmt an einer nadelartig dünnen Kathode, welcher einer grössern positiven Platte nahe gegenüber steht, die negative Glimmhülle an der Nadel bei passender Luftverdünnung durchaus die Farbe des rothen positiven Lichtes an, so dass man wohl sagen kann, dass die blaue Farbe durch grosse, die rothe durch geringe Stromdichte bedingt ist.

Nicht nur das Eintauchen der Anode in den Dunkelraum vermag eine Zurückdrängung desselben an der Kathode zu bewirken, sondern auch die Anwesenheit eines indifferenten Körpers. So wenigstens dürfte eine von Wehnelt beobachtete Erscheinung[1] zu Stande kommen, welche darin besteht, dass ein nahe der Kathode innerhalb des Dunkelraums befindlicher Körper einen vergrösserten unscharf begrenzten Schatten auf dem gelben Lichtsaum auf der Kathode erzeugt, welcher sich auch hinter derselben in den Kanalstrahlen fortsetzt. Dadurch nämlich, dass der Kathodenraum durch den fremden Körper abgegrenzt wird, kann an dieser Stelle keine Entladung auftreten, somit müssen auch die Kanalstrahlen auf der Rückseite ausbleiben.

5. Einfluss von Polwechseln.

Beruht wie angenommen die Bildung des dunkeln Kathodenraums auf der Erzeugung einer positiv elektrischen Lufthülle, zu deren Bildung sicherlich eine bestimmte, wenn auch äusserst kleine Zeit nothwendig ist, so wird man erwarten können, dass rasche Pulsationen des Stromes und Wechsel der Stromrichtung nicht ganz ohne Einfluss sein werden. Erstere können hervor-

[1] Wehnelt, Wied. Ann. 67, 421, 1899.

gerufen werden durch Vorschalten einer kleinen Funkenstrecke, und in der That zeigt sich dabei, wie Ebert[1] mittheilt, eine kleine Aenderung: „Werden solche Funkenstrecken etwa den Entladungen der Influenzmaschine vorgelegt, so geht die Entladung von der „normalen Form" (E. Wiedemann) mit verhältnissmässig grossem Dunkelraume zu einer Form mit immer enger anschliessender Glimmlichtschicht über."

Diese Aenderungen dürften aber hauptsächlich dadurch bedingt sein, dass durch die Funkenstrecke eine Erhöhung der momentanen Stromstärke an der Kathode bedingt wird[2].

Sicherer erscheint der Einfluss von Wechselstrom sehr hoher Frequenz, den ich selbst bei dem oben beschriebenen grossen elektrischen Ei mit Netzkathode untersuchte.

Bei Anwendung von Teslaschwingungen ergab sich dabei, dass die Dicke des Dunkelraumes mit zunehmender Zahl der Schwingungen pro Sekunde bedeutend (bis etwa auf den zehnten Theil) abnimmt und bei sehr hohen Schwingungszahlen die Dunkelräume überhaupt kaum mehr sichtbar sind. Eine Aenderung des Gasdruckes trat dabei nicht ein und der Einfluss der Stromstärke wurde dadurch beseitigt, dass dieselbe bis zum Erlöschen der Entladungen herab gemindert wurde d. h. soweit, dass die maximale Spannung der Schwingungen gerade eben noch zureichte, die Entladung einzuleiten, so dass also der Dunkelraum das Maximum der Dicke annehmen musste.

In sehr langen engen Röhren zeigt sich eine Lichterscheinung nur noch in unmittelbarer Nähe der Elektroden[3].

Die geringe Elektrizitätsmenge eines Stromstosses reicht nicht aus ein längeres Stück der Röhrenwand zu laden. Die Lichterscheinungen bleiben daher auf die Nähe der Elektroden beschränkt, es bilden sich dort sogenannte rekurirende Ströme aus, von welchen meist nur der negative das Gas wirklich zum Leuchten bringt, so dass an beiden Elektroden die drei Schichten

---

[1] Ebert, Wied. Ann. 69, 202, 1899.

[2] Vergl. O. L. Entladungen, S. 415.

[3] Vergl. O. L. Entladungen, Taf. IX Fig. 8. Es sei auch hingewiesen auf die frühere Beobachtung, dass im Hittorf'schen Rohr mit Kniekathode an der Spitze der Kathode bei Wechselstrom kein Licht auftritt. (Vergl. O. L. Entladungen, S. 398.)

des Kathodenlichts zu bemerken sind, während der ganze übrige Theil der langen Röhre völlig dunkel bleibt und auch thatsächlich keinen Strom führt[1].

Nach E. Wiedemann[2] ziehen sich bei gleichbleibender Stromrichtung Kathode und Anode, wenn letztere sich im Dunkelraum befindet, mit grosser Kraft an. Im Gegensatz hiezu beobachtete Ebert[3], dass sich zwischen zwei im Vakuum gegenüberstehenden Plattenelektroden bei 2800 Volt Wechselstrom eine abstossende Kraft geltend macht, sobald sich die Glimmlichter durchdringen. Als Ursache betrachtet er das Nachdauern von eigenthümlichen Zuständen in der Nähe der Kathode, welche nach meiner Ansicht in der positiven Elektrisirung der Luft bestehen würden.

6. Durchdringen eines zweiten Stromes.

Die Entdeckung Hittorf's, dass der dunkle Kathodenraum ein wesentliches Hinderniss für die Entladung bildet, hat wiederholten Anlass gegeben zu untersuchen, ob sich derselbe etwa wie ein schlechter Leiter verhält und ein anderer Strom, welchen man hindurchleitet, darin ebenfalls einen grossen Widerstand findet. Schon Hittorf selbst[4] hat solche Versuche ausgeführt mit dem Ergebniss, dass die Transversalleitung im Dunkelraum kleiner ist als an den leuchtenden Stellen des Gases.

E. Wiedemann und C. G. Schmidt[5] fanden, dass durch den Strom zum Leuchten erregte Gase auch auf sie treffende Schwingungen absorbiren, auch wenn sie dies stromlos nicht thun. Der dunkle Kathodenraum absorbirt aber elektrische Schwingungen nur sehr schwach und verhält sich hierin wie ein Nichtleiter.

---

[1] H. Ebert und E. Wiedemann (Wied. Ann. 62, 186, 1897) fanden, dass, sobald die von den beiden Kathoden ausgehenden Gebilde sich gegenseitig durchdringen, die Anregbarkeit des Gases durch elektrische Schwingungen aufhört; drängt man diese Gebilde mittelst eines Magneten zur Seite, so findet von Neuem eine Anregung statt.

[2] E. Wiedemann, Wied. Ann. 20, 756, 1883.

[3] H. Ebert, Wied. Ann. 69, 372, 1899. Siehe auch J. J. Thomson, Elektr. Entladungen, Leipzig, 1900, S. 102.

[4] Hittorf, Wied. Ann. 7, 615, 1879.

[5] E. Wiedemann und C. G. Schmidt, Wied. Ann. 62, 462, 1897.

Bei nahestehenden Platten, von welchen die eine, die Kath
vertikal beweglich war, zeigt sich nach E. Wiedemann (1
folgendes: „Hat man sie einmal in Berührung gebracht und
man sie wieder trennen, so springen zwischen ihnen Fun
über, während die Kathode dabei auf und niederschwirrt".

Ich selbst fand bei Anwendung einer punktförmigen Anode
plattenförmigen Kathode[1], dass sich der Funke längs der Gr
des dunkeln Kathodenraums hinzieht und schliesslich dense
durchbricht, um nach einem Punkte an der von der Anode
fernten Seite der Kathode zu gelangen.

E. Wiedemann[2] liess die positive Entladung durch ein l
in den dunkeln Kathodenraum an der Kathode eintreten.
aus der Oeffnung austretende geschichtete positive Licht bog
dann nach rückwärts, um sich ausserhalb des Dunkelraumes
dem negativen Glimmlicht zu vereinigen.

Wehnelt[3], welcher die Erscheinung ebenfalls untersu
fand, dass in solchem Fall, ebenso wie wenn der dunkle R
die Anode völlig umhüllt, starke elektrische Wellen von
Rohre ausgehen. Er schliesst hieraus: „Der dunkle Katho
raum verhält sich wie ein vollständiges Dielektrikum. In d
selben erzwungene Entladungen verlaufen genau wie eine E
ladung in Paraffinöl oder anderen Dielektricis".[4]

---

[1] O. L. Entladungen pag. 236 und Ztschr. f. phys. Chemie 18, 97, 1

[2] E. Wiedemann, Wied. Ann. 63, 243, 1897.

[3] Wehnelt, Wied. Ann. 65, 510, 1898.

[4] Schon in der Abhandlung Wied. Ann. 22, 317, 1884 habe ich da
hingewiesen, dass in sehr verdünnten Gasen aus dieser Ursache
„Streifenentladung" auftritt. „Bei grosser Verdünnung tritt an
Kathode ein Hinderniss auf, welches ähnlich wie eine Funkenstre
daselbst wirkt, so dass Streifenentladung vorherrschend wird". (Vergl. a
Entladungen, p. 8.)

Im Gegensatz hierzu findet man in neueren Abhandlungen, we
bezwecken nachzuweisen, dass durch die Kathodenstrahlen negative Elektri
transportirt wird (z. B. in der während des Druckes erschienenen Abhandl
von Austin und Starke, Verh. phys. Ges., 21. März 1902, S. 126),
drücklich hervorgehoben, dass die benutzten Ströme constante gew
seien und die Resultate überhaupt nur unter dieser Voraussetzung We
hätten. Häufig wird dabei auch angegeben, dass ein zur Erde abgeleite
Conduktor, z. B. ein Blechgehäuse, innerhalb des Vacuumrohres nothwe
das Potential *o* haben müsse. Wirkt aber der Dunkelraum wie eine kle
Funkenstrecke und erzeugt in Folge dessen rasche elektrische Schwingung

Einen andern Fall von Durchgang des positiven Lichtes durch den Dunkelraum habe ich selbst beschrieben[1]. Am besten überzeugt man sich von der Möglichkeit des Durchgangs einer Entladung durch den Dunkelraum einer andern, indem man letzteren an einer Drahtnetzscheidewand in einem elektrischen Ei

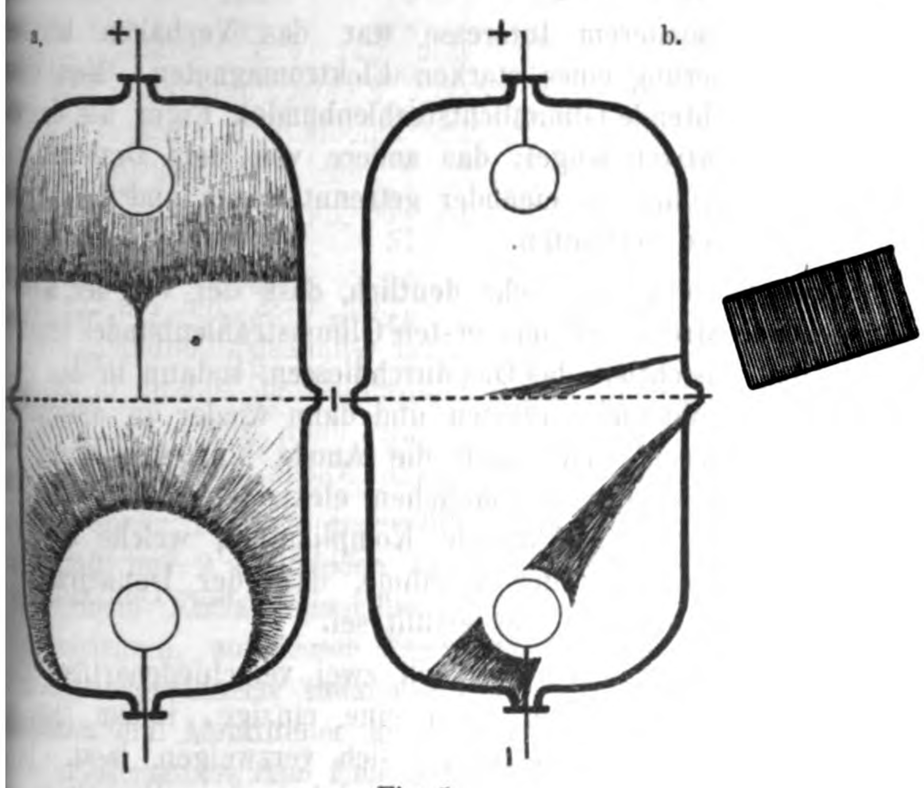


Fig. 5.

erzeugt[2]. Ein solches Ei, dessen kugelförmige Elektroden den Strom einer Akkumulatorenbatterie von 2000 Volt zuleiteten, liess zwischen dem Drahtnetz und der Anode mit Leichtigkeit den

braucht dies nach meiner Meinung keineswegs der Fall zu sein, selbst wenn nicht, wenn ein angeschlossenes Elektrometer die Spannung *o* anzeigt besonders mit Rücksicht auf die Abweichungen der Stromwelle von der Sinusform, s. O. L., Wied. Ann. 56, 320, 1895). Jedenfalls müsste, ehe aus solchen Untersuchungen weitgehende Schlüsse gezogen werden, zunächst diese fundamentale Frage entschieden werden. Vergl. auch Cantor, Wied. Ann. 67, 481, 1899; ferner die Bemerkungen am Schluss des 7. Kapitels, S. 81, Anm. 3.

[1] O. L. Drude's Ann. 7, Tafel 2, Fig. 76.

[2] O. L. Drude's Ann. 7, 22, 1902.

Strom der 110-voltigen Lichtleitung durchgehen. Dabei ze
sich entweder einfach eine der Erhöhung der Stromintens
entsprechende Verminderung der Dicke des Dunkelraums, (
es bildete sich in der Mitte eine trichterartige Vertiefung, dı
welche sich von dem Netz ausgehend ein blauer Strahl hindı
zog, wie Figur 5a zeigt.

Von besonderem Interesse war das Verhalten bei
licher Annäherung eines starken Elektromagneten. Man erl
zwei hellleuchtende Glimmlichtstrahlenbündel, Figur 5b, das
von der negativen Kugel, das andere von dem Drahtnetz
gehend, die völlig von einander getrennt waren und die Richt
der Kraftlinien verfolgten.

Der Versuch zeigt sehr deutlich, dass der von der Kath
ausgehende Strom aus dem ersten Glimmstrahlenbündel senkr
austreten, unsichtbar das Gas durchfliessen, sodann in das zw
Glimmstrahlenbündel eintreten und dann wieder in unsichtb
Form aus diesem sich gegen die Anode hinziehen muss, (
vom Standpunkt der gewöhnlichen elektrolytischen Entladun
theorie schwer zu erklärende Komplikation, welche aber v
ständlich wird unter der Annahme, dass der Dunkelraum
positivem elektrisirtem Gas erfüllt sei.

Man kann zu dem Versuch zwei verschiedenartige Str
quellen verwenden, aber auch eine einzige, indem man
Strom an die beiden Kathoden sich verzweigen lässt. Du
eingeschaltete Widerstände kann dabei das Verhältniss
Stärken der beiden sich durchdringenden Ströme beliebig ge
dert werden.

Beispielsweise wurden unter Anwendung einer Akkumulator
batterie als Stromquelle, mit eingeschalteten Glyzerinwiderständ
die in der nachstehenden Tabelle enthaltenen Zahlenwerthe
halten. Es bedeuten: N a die Dicke des Dunkelraums am Dra
netze in Millimetern, N i die Dicke desselben an der Durchbruc
stelle des blauen Strahls, K die Dicke des Dunkelraums
der kugelförmigen Elektrode, i die Stärke des Stromes zwisch
Kugel und Kugel in Milliampere, n die Stromstärke zwisch
Netz und Kugel. Ein Stern bedeutet, dass das Glimmlicht n
schwach, zwei Sterne, dass es kaum sichtbar war.

K	Na	Ni	i	n.
75*	202	156	15,6	0,4
72	93	65	7,6	1,5
80	55	35	22,8	2,2
92	120	70	1,6	0,5
? **	295	275	0,1	0,1
89*	136	90	1,5	0,5
95	53	24	10,8	1,1
78	20	5	20,7	1,5
98**	240	194	0,1	0,1
98	70	51	3,55	0,45
95	44	30	11,3	0,7
117	53	48	1,79	0,01
100	10	8	8,1	0,2
80	0?	0?	19,7	0,3
76	115	83	2,2	0,6

Es ist sogar möglich gegenseitig sich durchdringende Ent-
ungen mit nur 2 Elektroden zu erhalten. Solche entstanden
B. in einem Entladungsgefäss, bestehend aus einem Luft-
npenrezipienten, auf dessen Rand zunächst ein Blechring mit
em Messingdrahtnetz, sodann ein Glasring von 9 mm Dicke
l alsdann ein Metallteller aufgekittet wurden (Fig. 6). Der
tallteller diente als eine Elektrode, das Drahtnetz als zweite.
Entladung erforderte so hohe Spannung, dass durch Einsetzen
untern Theils in eine mit Oel gefüllte Schaale das Ueber-
ingen von Funken zwischen den beiden Elektroden an der
senseite verhindert werden musste. Als Elektrizitätsquelle
nte eine Hochdruckinfluenzmaschine mit 60 Scheiben. War
Teller positiv, so sah man auf ihm an einer Stelle positives
liches Glimmlicht und darüber unmittelbar (ohne Dunkelraum)
dem Drahtnetz aufsitzend blaue Glimmlichtstrahlen, welche
einem Magneten in die Richtung der Kraftlinien gezogen
den. War der Metallteller Kathode, so ging von seiner Mitte
krecht ein hellleuchtender dünner Stiel aus, welcher sich beim
chtreten durch das Drahtnetz zu einem röthlichen Büschel
breitete. Bei Einwirkung eines Magneten wurde ein Theil
Büschels, der somit aus Glimmlichtstrahlen bestand, in die

Richtung der magnetischen Kraft abgelenkt, der Rest blieb verändert und bestand somit aus Kanalstrahlen. Die dir Entladung geht in diesem Fall in dem Zwischenraum zwis Teller und Netz über und erzeugt einen Dunkelraum, wel diesen Zwischenraum vollständig ausfüllt. Eine zweite Entlad

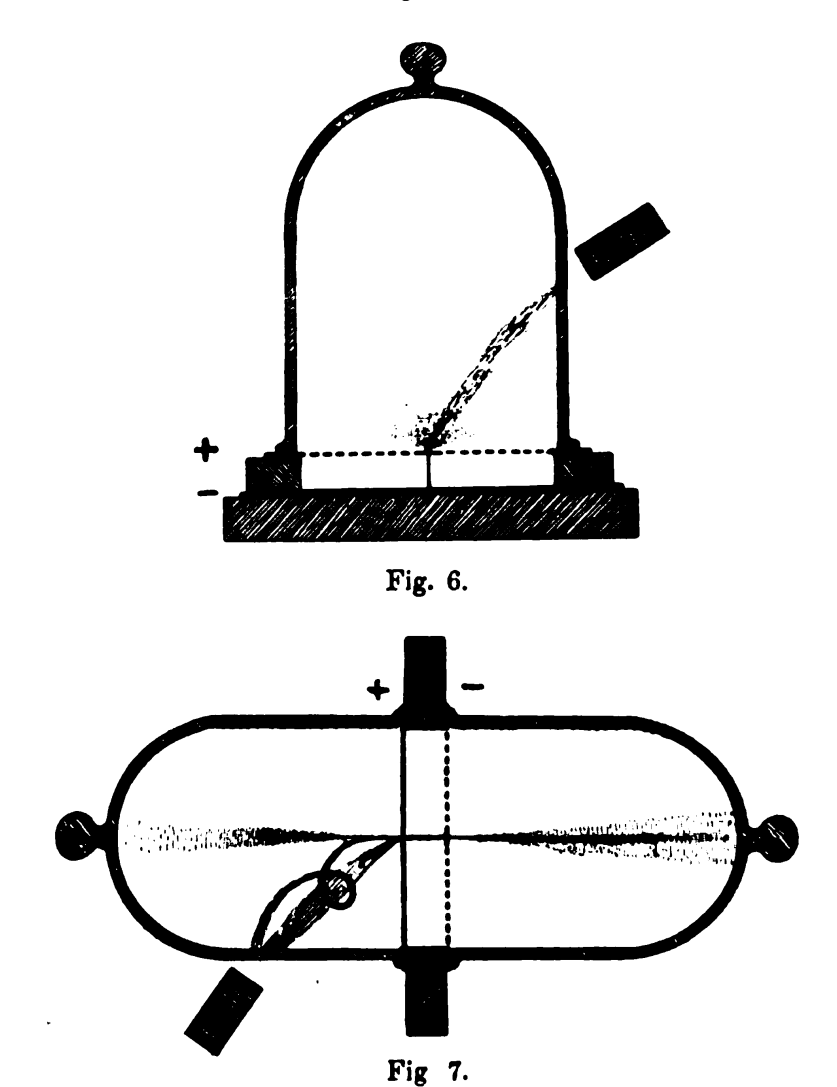


Fig. 6.

Fig 7.

geht durch diesen Dunkelraum in Form des feinen Lichtfa durch die Anode hindurch zu den Wänden des Rezipienten von hier zurück zur Anode. Diese erscheint in Form des dün Lichtfadens, weil sie den Dunkelraum durchdringen muss.

Wurde in den Metallteller in der Mitte ein 5 mm we Loch gebohrt und auch auf der freien Seite ein Luftpum rezipient aufgekittet (Fig. 7), so sah man, wenn der Teller pos

s Netz negativ gemacht wurde, zwischen beiden einen kaum mm dicken hell leuchtenden Faden auftreten, welcher sich tten durch die Oeffnung des Bleches als bläulicher Kathodenahl in der Axe des Gefässes fortsetzte, auf der Wand einen arfen Phosphorescenzfleck erzeugend, und nach der entgegenetzten Richtung, durch eine Masche des Drahtnetzes, als hellchtender Kanalstrahl von der Färbung des positiven Lichtes. i Annäherung eines Magneten zeigte sich nur eine Verstärkung r Intensität des Kanalstrahls, dagegen nicht die geringste Abkung; umgekehrt war das Kathodenstrahlenbündel gegen den gneten äusserst empfindlich und konnte leicht so weit abogen werden, dass es die Blechscheibe (Anode), aus deren fnung es herausgetreten war, nahe der Oeffnung traf und die ne Oxydhaut derselben zu lebhaftem Leuchten brachte. Liess n den Magneten in schräger Richtung wirken, so wickelte es h um die durch seinen Ursprung in der Oeffnung des Blechs ende magnetische Kraftlinie zu einer feinen, etwa 3 cm weiten rale, von 1—2 Windungen (bei grösserem Luftdruck mehr), che da, wo sie die Glaswand traf, einen hellgrünen Phosphoreszfleck erzeugte. Im Innern der Spirale zeigte sich ausserm ein anderes Bündel Kathodenstrahlen, oder Glimmlichtrahlen, welches genau die Richtung der Kraftlinie verfolgte und i genügender Verstärkung der magnetischen Kraft, wobei die rale plötzlich verschwand, allein übrig blieb, augenscheinlich il der Widerstand der längeren Bahn der Spirale zu gross rde.

Ausser diesen beiden Kathodenstrahlenbündeln trat aus der fnung auch noch ein langes bis zur Gefässwand reichendes, aber r lichtschwaches Bündel von Kanalstrahlen aus, anscheinend e Verlängerung des gelben Kathodensaums, welches ebenso nig wie das hellleuchtende nach der entgegengesetzten Richtung ende Kanalstrahlenbündel vom Magneten abgelenkt wurde. i vermindertem Vakuum verschwand es, dagegen gesellte sich dem intensiven von der Anode fortgerichteten Kanalstrahlendel ein schwächer leuchtendes Glimmstrahlenbündel, welches nso wie das auf der Anodenseite vom Magneten beeinflusst l in die Richtung der magnetischen Kraftlinien gezwängt wurde.

Auffallend war, dass mit steigendem Vakuum der chtfaden zwischen beiden Platten immer geringere

Dicke annahm, das Kathodenstrahlenbündel steifer un
Phosphorescenzlicht heller wurde, während gleichzeiti
Spannungsdifferenz der Elektroden ausserordentlich an
Denkt man sich die Kathodenstrahlen durch fortgeschle
negative Partikelchen hervorgerufen so lässt sich in diese
leicht begreifen, dass dieselben beim Durchfliegen des d
Raumes zwischen beiden Platten, in Folge des ausserord
hohen Potentialgefälles in diesem Raume, falls ihre Ma
Verhältniss zur Ladung sehr klein ist, eine ungeheue
schwindigkeit annehmen und somit einen phosphorescenzerre
Strahl bildend aus der Oeffnung heraustreten müssen;
scheint mir die Annahme solcher Partikelchen, welche m
Strahlen fortschreiten, zur Erklärung nicht durchaus noth
zu sein, da auch nach der älteren (Faraday'schen) Th
ein solcher Strahl, negativer Elektrizität durch eine Oe
der Anode hindurch möglich sein muss, weil bei dem r
Fortschreiten der Entladung, welche mit einer der Lichtgeschw
keit vergleichenden Geschwindigkeit erfolgt (l. c. 142), die
trostatischen Kraftlinien für das Fortschreiten nicht massg
sein können[2].

7. Einfluss der Elektrodenform.

Die oben in Figur 1 gezeichneten Kurven gelten für
kugelförmige Kathode, an deren Oberfläche die Strom
überall dieselbe ist. Wurde unter denselben Umständen als K
das den Querschnitt des Eis ausfüllende Drahtnetz gebr
so erschien der Dunkelraum wesentlich grösser und die K
nahmen ungefähr den in Figur 2 gezeichneten Verlauf. Erse
des Drahtnetzes durch ein Blech würde etwa die gleichen Res

[1] Siehe O. L., Entladungen, S. 518 u. S. 58, Fig. 52.

[2] Vergl. hierzu O. L. Wied. Ann. 7. Taf. 1, Fig. 74 a—g, Taf. 75—81 u. s. w. Vielleicht erklären sich durch solche aus Oeffnungen h dringende Entladungen auch die Beobachtungen von A. Schuster O. L. Entladungen S. 127 und J. J. Thomson, Die Entladung der trizität durch Gase, S. 72), welche wesentlich zur Ausbildung der el lytischen Entladungstheorie beigetragen haben. Ferner zeigt sich eine g Aehnlichkeit mit den bei punktförmigen Elektroden zu beobachtende scheinungen, siehe z. B. O. L. Entladungen, S. 310, Fig. 187.

geben haben. Hieraus ist nun keineswegs zu schliessen, dass einem ebenen Blech der Dunkelraum unter gleichen Verhältnen dicker sei als an einer Kugel, es. muss vielmehr in Betracht gen werden, dass die Oberfläche der ebenen Kathode ungefähr fünffache der kugelförmigen betrug, somit die Stromdichte letzterer fünf Mal grösser war und demgemäss der Dunkelm entsprechend geringere Dicke annehmen musste. Soll ein fluss der Elektrodenform konstatirt werden, so muss bei konnter Stromdichte beobachtet werden.

Der Vergleich der Kurven ergibt, dass wahrscheinlich die kelraumdicke an **konvexen** Elektroden von der Krümmung mlich unabhängig ist, solange diese nicht übermässige Grösse anmt.[1] An einer **Spitze** sollte die Stromdichte ein Maximum d folglich die Dicke des Dunkelraums ein Minimum werden. s trifft keineswegs zu, im Gegentheil zeigt sich an Spitzen e abnorme Vergrösserung des Dunkelraums[2]. Der Grund ist hl darin zu suchen, dass die Anhäufung der negativen ektrizität an der Spitze besonders reichliche Ansammlung sitiver Ionen bedingt.

Umgekehrt erweist sich an konkaven Kathoden oder solchen it einspringenden Winkeln (wie z. B. l. c. Fig. 10 Taf. 3) die ke des Kathodenraums in der Vertiefung geringer, vermuthlich il sich die elektrostatischen Kraftlinien und somit die positiven en nach den Seitenwänden der Höhlung hinziehen. Die romdichte muss also an den tiefsten Stellen am grössten und mit die Dicke des Dunkelraums eine noch geringere werden.

Im Innern einer röhrenförmigen Kathode hat der dunkle um äusserst geringe Dicke, die Röhre erscheint vollständig rothem positivem Licht erfüllt[3].

Goldstein (1876) empfiehlt desshalb, um besonders helle, Spektralbeobachtung geeignete Entladungen zu erhalten, eine ca $^3/_4$ cm weite Blechröhre als Kathode zu benutzen.

Im Zusammenhang mit dem Verhalten von Hohlkathoden

---

[1] Dass an der den ganzen Gefässquerschnitt ausfüllenden ebenen thode der Dunkelraum auch bei gleicher Stromdichte grösser war als bei Kugel, erklärt sich durch die Behinderung der positiven Ionen auf die ckseite der Kathode zu gelangen.

[2] Siehe O. L. Entladungen, Taf. VII, Fig. 1c.

[3] Vergl. O. L. Entladungen, Taf. V Fig. 4.

steht, dass auch eine solche verstärkte Helligkeit beobá
wird, wenn die Kathode aus zwei getrennten gegen ein
geneigten Theilen besteht.

Goldstein (1876) sagt: „Zum Schluss deute ich ku
merkwürdige Wirkung an, welche zwei einander zugek
Flächenelemente einer oder verschiedener Kathoden selbs
Entfernungen von einigen Centimetern noch auf einander
üben. Die Helligkeit des Lichtes wird auf den einande
gekehrten Seiten z. B. von ebenen Blechen, ausserordentlic
stärkt — trotzdem die einander zugekehrten Seiten Ström
entgegengesetzter Richtung aussenden — auf den von ein
abgewandten Flächen wird die Helligkeit vermindert.

Sehr frappent ist auch die starke Verengung, welch
zweite Schicht des Kathodenlichts an den einander zugeke
Flächen erleidet".

Aehnliche Beobachtungen bei zwei einander gege
stehenden Kathoden machte Wehnelt.[1]

„Bei sehr grossem gegenseitigen Abstand der Kathode
sich von der Anode her positives Licht in den Raum zwi
beide und floss dort gleichmässig in die beiden Glimmlichtschi
über. Wurden die Elektroden genähert, so wurde das po
Licht herausgedrängt und lag als weisser Ring genau in
Mitte beider Kathoden, dicht an der Glaswand. Näherte
die Kathoden noch weiter, so begannen die dunkeln Räume
gegenseitig zusammenzudrücken, bis bei noch grösserer Annähe
auch noch das Glimmlicht zur Seite herausgedrängt wurde,
sich die Summationsfläche ausbildete, welche, wie die ge
Beobachtung dieser Erscheinung zeigte, aus deflektirten und
dadurch nach aussen drängenden Kothodenstrahlen besteht".

Besonders auffallend ist das Verhalten von Hohlkath
grösserer Tiefe, bei sehr niedrigen Drucken[2].

Eine solche Kathode erscheint von einem weiten Dunkel
umgeben, durch welchen sich aus der Tiefe der Elektrode
dünner blauer Strahl durchzieht, ganz wie bei zwei sich du
dringenden Entladungen.[3]

---

[1] Wehnelt, Wied. Ann. 65, 533, 1898.
[2] Siehe O. L., Drude's Ann. S. 25, Fig. 74, Tafel 2.
[3] Vergl. auch O. L. Entladungen, S. 344, Fig. 219.

In der That dürfte es sich hier wirklich um einen solchen ıll handeln, da der Theil der Entladung von grosser tensität, welcher aus der Tiefe kommt, genöthigt ist rch den Dunkelraum hindurchzudringen, der von den rigen Theilen der Elektrode erzeugt wird.

Es versteht sich von selbst, dass unter solchen Umständen Satz von dem senkrechten Austreten der Kathodenstrahlen ht mehr gültig sein kann. So schreiben bereits E. Wiede-nn und G. C. Schmidt[1]: „Ist das Metall von verdünnten sen umgeben, so können die sich um die Kathode entwickeln- dunkeln Räume bewirken, dass die Richtung des Eintritts Stromes in die Kathode nicht mehr die senkrechte, sondern wesentlich andere wird, dann treten auch die Kathoden-ihlen nicht mehr senkrecht an der Kathode aus; z. B. ist bei Hohlkathoden der Fall, wie Goldstein (Berliner natsberichte 22. Januar 1870, S. 117) nachwies. Auch bei serer Ableitung entstehende dunkle Räume können ähnlich ken".

Wehnelt[2] äussert sich: „Das Kathodenstrahlenbündel wird t abnehmendem Druck immer schmäler, mit völligem Ver-inden desselben setzt die Disruptiventladung ein. Wahr-einlich wird die positive Entladung durch an den Wänden stehende sekundäre Räume zusammen gedrängt auf den in Mitte noch frei gelassenen Raum, weshalb die Kathoden-ihlen in der Mitte der Elektrode austreten. Die sekundären ikeln Räume beeinflussen sich gegenseitig nicht in gleicher rke wie die eigentlichen dunkeln Kathodenräume, welche sich anntlich gegenseitig zusammen drücken"[3].

---

[1] E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 62, 610, 1897.

[2] Wehnelt, Wied. Ann. 65, 530, 1898.

[3] Meiner Ansicht nach ist es unnöthig sekundäre Dunkelräume zur lärung heranzuziehen. Dass die Kathodenstrahlen als explosive Entlad-en aufzufassen sind, die den Dunkelraum gewissermassen durchbrechen, einen Isolator, habe ich früher daraus geschlossen, dass man ähnliche ihlenbüschel erhält, wenn man den Dunkelraum durch einen wirklichen ator z. B. ein Glimmerblatt ersetzt. (Siehe O. L. Entladungen, S. 344, 219).

8. Einfluss der Kanalstrahlen.

Ausser den bisher besprochenen Faktoren schienen früh Versuchen zufolge[1] auf die Ausbildung des Dunkelraums die Kanalstrahlen von Einfluss zu sein. Bei dem mehrfact sprochenen grossen Ei mit Netzkathode und Kugelanode w nämlich beobachtet, dass unter anscheinend gleichbleibenden hältnissen der Dunkelraum mit der Zeit stark zunahm, wäh bei umgekehrter Stromrichtung, wobei nicht wie im vorigen] die eine Hälfte des Gefässes mit intensiv leuchtenden K strahlen erfüllt war, indem das Netz nun als Anode diente, ı nur keine Vergrösserung des Dunkelraums beobachtet w sondern im Gegentheil ein Rückgang der bereits eingetret Vergrösserung.

Der nächst liegende Gedanke der Erklärung war der, im ersten Fall eine „Selbstevakuation" der Röhre s gefunden hatte, welche im zweiten Fall in Folge der Erhit des Drahtnetzes durch die Glimmstrahlen wieder rückgä wurde. Solche Selbstevakuirung, bei Röntgenröhren als „H werden" bekannt, hatte schon Plücker[2] beobachtet. Er s indem er von der Herstellung möglichst hoch evakuirter auf s Veranlassung von Geissler hergestellten Röhren spricht: ; besten dieser Röhren lassen die direkte Entladung des Ru korff'schen Apparates anfänglich mit weisslichem Licht zwar dı die Entladung wird aber bald eine intermittirende und hört ı ein oder zwei Minuten ganz auf".

Solche Röhren, welche den direkten Strom nicht mehr durch gehen lassen, können nach Plücker auch bei noch stärk Verdünnung zum Leuchten gebracht werden, wenn man sie äussern Elektroden versieht[3]: „Schliesst man den Strom wi direkt an die Elektroden an, so geht derselbe wieder einige hindurch, das Leuchten hört aber bald wieder auf und der St ist unterbrochen. Dasselbe Experiment kann man beliebig wiederholen".

Plücker vermuthet, dass bei mit Luft gefüllten Röhren Sauerstoff absorbirt wird und der übrig gebliebene Sticks

---

[1] O. L., Drude's Ann. 7, 20, 1902.
[2] Plücker, Pogg. Ann. 105, 69, 1858.
[3] Plücker, Pogg. Ann. 105, 70, 1858.

iicht mehr hinreiche um Träger des Stromes zu sein. Bei einer
nit schwefliger Säure gefüllten Röhre gelang es ihm durch Erhitzen
ler Enden die Leitungsfähigkeit wieder herzustellen. Er sagt
l. c. S. 72): „Die Bestandtheile der schwefligen Säure hatten
ich mit Platin in wenig stabiler Weise verbunden und wurden
urch Einwirkung von Wärme von diesem wieder getrennt".
Den Beweis für die Auffassung sieht er darin, dass sich der Ver-
uch mehrfach wiederholen liess. Bei einer Wasserstoff enthalten-
en Spektralröhre von Morren deutete er die Erscheinung durch
Absorption des Wasserstoffgases durch das von der Elektrode
ur Glaswand übergeführte Platin [1].

Ebert [2] bemerkt gelegentlich der oben erwähnten Messungen:
Bei den sehr niederen Drucken beeinflusste mitunter eine Er-
cheinung die genaue Messung nicht unerheblich, welche ich eine
„Selbstevakuation" des Vakuumapparates nennen möchte. Unter
lem Einflusse der Entladung selbst veränderte sich der Gasinhalt
n einer Weise, welche einer forschreitenden Evakuation entsprach;
lie Dicke der Dunkelräume wuchs während des Stromdurchgangs,
biewohl vor dem Beginne dieser Versuche bei tiefen Drucken
mmer ganz besonders lange gewartet wurde. Ferner stieg die
Spannung, dessgleichen der Wattkonsum im Entladungsapparate,
biewohl die Stromstärke fortwährend sank. Dabei war an dem
Manometer direkt fast nie eine wirkliche Druckverminderung
nachweisbar".

Bei den in Frage stehenden eigenen Untersuchungen schien
nun eine solche Evakuation nicht die Ursache zu sein, eines-
theils weil das Wachsthum des Dunkelraums in keinem Verhält-
niss stand zu der geringen am Manometer beobachteten Druck-
änderung und doch nach den bisherigen Erfahrungen angenommen
werden musste, dass Druckänderungen nur einigermassen pro-
portionale Dickenänderungen bewirken könnten, ferner desshalb,
weil in einem gleichgrossen, durch eine verhältnissmässig weite
Röhre mit dem ersten in Verbindung stehenden Ei mit kugel-
förmigen Elektroden, in welchem anscheinend nothwendig der
Druck der gleiche sein musste, der Dunkelraum während des
Anwachsens desselben im ersten Ei nahezu ganz ungeändert blieb.

---

[1] Plücker, Pogg. Ann. 106, 47, 1862.
[2] Ebert, Wied. Ann. 69, 210, 1899.

Der Umstand, dass die eigenthümliche Erscheinung gerade dann zeigte, wenn die Kanalstrahlen besonders reicl auftraten, schien vielmehr auf eine spezifische Wirkung di Strahlen hinzuweisen, welche auch nach den bis dahin liegenden Untersuchungen erwartet werden konnte, wenn Dunkelraum wirklich durch Anhäufung positiver Ionen bedingt

Bereits E. Wiedemann und G. C. Schmidt[1] fanden, Gase, die von Kanalstrahlen durchsetzt werden, elektri Schwingungen absorbiren. Kanalstrahlen, welche auf Kathode fallen oder durch eine Netzkathode hindurch ge drückten das Entladungspotential in hohem Grade herab. Tr versalentladungen gingen mit grosser Leichtigkeit hindu Statische Ladungen wurden, wie auch Arnold[2], beobachtete hohem Grade durch Kanalstrahlen zerstreut. Bei Auftreffen Kanalstrahlen auf eine Transversalkathode zog sich der d umgebende dunkle Raum sehr stark zusammen, und zwar allen Seiten. Besonders stark war der Einfluss, wenn die Tr versalelektroden einander so nahe standen, dass der dunkle Ra der Kathode die Anode umhüllte.

Diese Beobachtungen schienen auf eine Verwandschaft Kanalstrahlen mit den Kathodenstrahlen hinzuweisen, man deshalb versucht, sie ähnlich wie diese als Ionenströme au fassen. Sie sollten nämlich erzeugt werden durch die nach lösung der negativen Elektronen übrig bleibende relativ gros positiven Theilchen, welche natürlich in entgegengeset Richtung sich bewegen müssen. Diese Ansicht gründet hauptsächlich auf eingehende Versuche von W. Wien[3].

Mit vollem Recht hat nun aber hiergegen in neuester Z Goldstein[4] Einspruch erhoben, weil bei den Versuchen Wiens d Induktorium, um nur Ströme einer Richtung zu erhalten, st ein 2 cm langer Funke in freier Luft eingeschal war, der natürlich durch die auftretenden statischen Ladun der Gefässwände und angeregte elektrische Schwingungen mannigfachen Komplicationen Anlass geben musste. Insbesond bestreitet Goldstein, die magnetische Ablenkbarkeit der Kan

---

[1] E. Wiedemann und G. C. Schmidt, Wied. Ann. 62, 470, 18
[2] W. Arnold, Wied. Ann. 61, 325, 1897.
[3] W. Wien, Wied. Ann. 65, 440, 1898 und Drudes Ann. 5, 421, 19
[4] Goldstein, Verhandlungen, d. deutsch phys. Ges. 1901, S. 204.

strahlen, womit auch meine eigenen Versuche, welche auch bei Anwendung kräftiger Magnete nie eine solche erkennen liessen, gut übereinstimmen.

Ferner gelang es Goldstein mit Sicherheit nachzuweisen, dass sich die Kanalstrahlen nicht wie die Elektronentheorie annehmen muss, gegen die Kathode hin, sondern von derselben fort bewegen.

Er äussert sich darüber: „Man benutzt z. B. als Kathode in einem etwa 4 cm weiten Rohr eine Nickelscheibe von 5—10 mm Durchmesser und stellt einen Draht oder ein Glasstäbchen von einigen Millimetern Dicke als Schattenobjekt auf, evakuirt in Wasserstoff bis zu geeigneter Dichte und biegt die gewöhnlichen Kathodenstrahlen durch den Magneten zur Seite. Dann sieht man, dass die magnetisch nicht deformirbaren rosa Kanalstrahlen von der Kathode bis zum Niveau des Schattenobjektes eine zusammenhängende Lichtmasse bilden, die die Röhrenweite ausfüllt; hinter dem Objekt aber liegt im rosa Licht ein scharf begrenzter schwach divergenter Schattenraum. Unzweifelhaft liegen hier Strahlen mit Eigenschaften der Kanalstrahlen vor, die sich von der Kathode fort ausbreiten."

Dass die Kanalstrahlen durch die Entladung der Kathode bedingt sind, scheint auch daraus hervorzugehen, dass sie sich von der Kathode aus auch nach vorn (d. h. durch das negative Glimmlicht nach der Anodenseite hin) ausbreiten, wie Goldstein[1] dadurch nachweisen konnte, dass er das negative Glimmlicht mittelst eines Magneten entfernte (vergl. auch Fig. 7).

Sind nun aber die Kanalstrahlen nicht Ströme positiv elektrisirter Theilchen, so entfällt auch der oben angedeutete Grund anzunehmen, dass sie einen besonderen Einfluss auf die Bildung des Dunkelraums haben müssten. In der That hat die eingehendere Untersuchung gelehrt, dass die beobachteten raschen und grossen Aenderungen des Dunkelraums lediglich darauf zurückzuführen sind, dass bei hoher Verdünnung der Dunkelraum, selbst bei gleichbleibender Stromstärke, mit Erhöhung des Vakuums ganz unverhältnissmässig rasch wächst und unter den in Frage stehenden Verhältnissen noch sehr viel rascher wachsen musste, weil eben in Folge dieser Ver-

---

[1] Vergl. auch Goldstein, Berl.-Sitzber. 39, 691, 1886.

grösserung des Dunkelraums der Strom nicht konstant bli
sondern bis zu ganz aussergewöhnlich kleinen Werthen herui
ging. Dass das angeschlossene zweite Ei keine Vergrösser
des Dunkelraums ergab, fand seine Erklärung darin, dass
Druckausgleich zwischen diesen beiden Gefässen bei so hohen V
dünnungen trotz der Weite der Verbindungsröhre, zumal da a
eine kleine Undichtigkeit vorhanden war, ganz unvorhergese
lange Zeit in Anspruch nahm, die nach Stunden zählte.

Hatte sich in Folge der Selbstevakuirung der Dunkelr
soweit ausgedehnt, dass die Entladung selbst bei 2000—3000 V
Spannung nicht mehr zu Stande kam, so gelang es leicht du
Lufteinlassen den früheren Zustand wieder herzustellen, w
der Druck von etwa 0,01 mm auf 0,07 mm stieg. Da
Inhalt des Eies etwa 70 l betrug, mussten ungefähr 5—6 c
Luft eingeströmt sein. Im Laufe einiger Stunden war d
Luftmenge wieder verschwunden und musste abermals neue
gelassen werden. Durch Dauerversuche wird es also sicher
lingen müssen zu erfahren, wohin diese beträchtlichen Luftmen
verschwinden (insbesondere auch, wenn an Stelle von Luft and
Gase eingelassen werden) und ob etwa das Verschwinden mit d
Auftreten der Kanalstrahlen in ursächlichem Zusammenhang st

Auch eine solche Beziehung ist indess durchaus unwa
scheinlich, da vergleichende Versuche mit Messingnetz-
Aluminiumkugel-Kathode ergeben haben, dass die Sel
evakuirung unter sonst gleichen Umständen in beiden Fällen
gleichem Grade und mit gleicher Schnelligkeit erfolgt, obsc
im zweiten Fall die Kanalstrahlen nur als schwacher gel
Saum auftraten.

Man kann also sagen, dass sich bisher keine Anhaltspun
ergeben haben, dass die Ursache der Vergrösserung des Dunl
raums in etwas anderem zu suchen ist, als in der noch un
geklärten Selbstevakuirung des Gefässes.

9. Schluss.

Aus vorstehenden Untersuchungen lassen sich insbesond
folgende Schlüsse ziehen:

1. Die Lichterscheinungen in evakuirten Gefässen, speziell
blaue negative Licht und das rothe positive Licht werden a

liesslich durch einen Strom negativer Elektrizität hervorgerufen, lcher, wie das magnetische Verhalten zeigt, aus der Kathode tritt und in die Anode einmündet. Ein gleichzeitig auftreten- entgegengesetzt verlaufender positiver Strom ist nicht vor- den.

2. Als Ursache dieses Stromes ist die Dissoziation von men in kleinere entgegengesetzt elektrische Theile (Elektronen, en) anzusehen, von welchen sich die negativen an der Anode ht entladen können, während die positiven ihre Ladung nur vierig an die Kathode abgeben, so dass sich um diese eine r oder minder ausgedehnte Hülle positiv elektrischen Gases rt, welche anscheinend die Ursache des dunkeln Kathoden- ms ist.

3. Leuchten des Gases tritt höchst wahrscheinlich da auf, wo Dissoziation der Moleküle oder Atome stattfindet, insbesondere der Grenze des Dunkelraums, weil dort (obschon sich dies mit den nicht hat konstatiren lassen) das Potentialgefälle den ladungsgradienten erreicht oder übertrifft. Die Fortpflanzungs- chwindigkeit der Entladung scheint dort, vermuthlich in Folge Energieverbrauchs, eine plötzliche Verminderung zu erfahren, die Stromlinien, falls die Entladung im magnetischen Felde ttfindet, statt in der Richtung der magnetischen Kraftlinien tzuschreiten (wie anfänglich), plötzlich ihre Richtung ändern l nunmehr, soweit es das Potentialgefälle und der Raum ge- tten, annähernd senkrecht zu den Kraftlinien weiter schreiten.

Das

Petroleum des Rheinthales

von

C. Engler

Geheimerath und Professor der Chemie.

Geschichtliches.

Noch aus der Zeit, in welcher das Elsass einen Theil des utschen Reiches bildete, fast zwei Jahrhunderte, bevor es von ankreich an sich gerissen wurde, besitzen wir aus dem hre 1498 einen Bericht von Wimpheling über den Erdöl- unnen von Pechelbronn. Hiernach war diese Quelle von Alters er bekannt und hatte den Namen einer Pechquelle, des „Pechel- onnens", ohne Zweifel daher erhalten, dass dort eine Wasser- uelle continuirlich ein fast pechschwarzes dickes Erdöl mit zu age förderte. Schon im 16. Jahrhundert sollen nach Daubrée[1] ie benachbarten Landleute dieses Oel gesammelt und theils zum Brennen in Ampeln, theils als Wagenschmiere verwendet haben. Ein schon 1735 auf der Mühle von Merkweiler, zwischen Sulz und Pechelbronn, wohnender griechischer Arzt, Eryn d'Erynis, efasste sich zum ersten Mal eingehend mit dem Vorkommen von Erdöl und Asphalt bei Pechelbronn und Lobsann und entdeckte och unweit der Quelle ölhaltigen Sand. Herr de la Sablon- ière erwarb 1745 das Recht der Gewinnung des Pechelbronner Bitumens, führte Bohrungen aus und fand Oel, worauf er das- elbe ausbeutete und in einer kleinen Fabrik verarbeitete. Im Jahr 1763 trat Le Bel als Gesellschafter ein, übernahm das

---

[1] Daubrée, „Descript. géol. et min. du Dép. Bas Rhin", Strassburg 1852. Siehe ferner Andreae „Abhandlungen zur geol. Spezialkarte von Elsass- Lothringen II, Heft 3, Strassburg 1884. van Werveke, Zeitschr. f. pr. Geol. III, 98; IV, 41. Le Bel „Notice sur les Givements d. Pétrole à Pechelbronn", Colmar 1885. Flicke & Bleiker „Récherches s. l. terrains tertiaires d'Alsace". Colmar 1885. Hoeffel „Hist. Balsami mineralis alsatici". Argentorat 1734. Eryni d'Erynis „Disputat. sur l'asphalte ou cément nat.", Paris 1721. A. Herzog in Elsässer Chronik. Rösslin „Tractat. supra allegat. im 16. Jahrh.". Joh. Dolk „Hannawischer Erdbalsam, Petroleum etc." 1625. A. Libavius, Singularium, cont. VIII.

Werk 1766 allein, worauf es unter steter Erweiterung des Betı bis 1. Januar 1889 im Besitze dieser Familie verblieb. genanntem Jahr ging es von J. A. Le Bel, dem durch seine wis schaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Stereochemie rühml bekannten Forscher, an die derzeitige Aktiengesellschaft „Pe bronner Oelbergwerke" über. Bis Ende der 60er Jahre w das Oel durch Schachtbetrieb ausgebeutet,[1] worauf man zu rungen schritt, die sehr bald an einzelnen Stellen überrasc günstige Resultate, kräftige Oelfontainen, ergaben und zur richtung einer grossen Petroleum-Raffinerie unmittelbar n dem Oelbrunnen führten.

3 Kilometer nördlich von Pechelbronn liegt das Asphaltı Lobsann, woselbst 1789[2] ebenfalls Bitumen entdeckt wu Doch wurde hier hauptsächlich nur Asphalt gewonnen. Schwabweiler, 5—6 Kilometer südöstlich von Pechelbı gelegen, wurde 1830 das Bitumen konstatirt und 1838 d eine Quelle aufgeschlossen; doch arbeitete man auch hier nächst mittelst Schachtbetrieb.

Nachdem man im Revier von Pechelbronn wiederholt sta Oelquellen erbohrt hatte, regte es sich auch an anderen, besond den benachbarten Orten des Unterelsass, so dass nach Jas 1889 schon 40 Konzessionen auf Gewinnung von Erdöl ertl waren, deren Zahl sich rapid vergrösserte.

Zur Zeit sind es hauptsächlich 3 Gesellschaften, welche Erdöl des Unterelsass westlich und östlich der Linie Sulz u/Wa Hagenau im Grossen ausbeuten und deren Betriebsumfang aus folgenden Produktionszahlen für rohes Erdöl der letzten Ja ergibt. Es produzirten im Jahr 1901:

Pechelbronner Oelbergwerke	140 880	M.Ctı
Elsässer Petroleum-Gesellschaft Walburg-Biblisheim	46 050	„
Gute Hoffnung in Dürrenbach	14 000	„
Zusammen 1901 . .	200 930	M.Ctr
„ 1900 . .	225 960	„

[1] Grodnitzky, Inauguraldissertation, Karlsruhe 1884.

[2] Jasper, Das Vorkommen von Erdöl etc.", Strassburg 1890. Höl gibt das Jahr 1756 für Entdeckung des Bergtheers in Lobsann an („Erı und seine Verwandten" 1888).

Die Elsässer Petroleum-Gesellschaft verlegte ihre früher zu
›dramstein (Pfalz) befindliche Raffinerie vor einigen Jahren nach
›blisheim in die Nähe ihrer Oelfelder.

Trotz zahlreicher Unternehmungen und Bohrungen hat schon
›t Jahren eine Steigerung der Elsässer Erdölproduktion nicht
›ttgefunden und es scheint, dass das jetzt erschlossene Revier
›e sehr grosse Ausdehnung nicht besitzt. Wichtig ist, dass aber
›ch keine Abnahme eingetreten ist; besonders Pechelbronn ist
›mer reichlich mit Oel versehen.[1]

Es wäre zu wünschen, dass Bohrungen auf Erdöl in dem
›en tertiären Becken des Rheinthals in weiterem Umfang als
›her vorgenommen würden und es darf mit Freuden begrüsst
›rden, dass seit einigen Jahren auch nordöstlich von Pechel-
›onn, auf der Linie Weissenburg—Karlsruhe in der Rheinpfalz
›hrungen im Gange sind, von denen bis jetzt einige wenigstens
Gasausbrüchen und Oelspuren geführt haben. Auch im Ober-
›ass, bei Altkirch, ist schon auf Erdöl gebohrt worden; man
›t dort zwar Erdöl gefunden, doch nicht in grösseren Mengen.

Chemische Beschaffenheit der Bitumina des Rheinthals.

1. Das Erdöl des Elsass. Wenn man die Erdöle verschie-
›ner Vorkommen unterscheidet in solche mit vorwiegend gesättigten
›hlenwasserstoffen der Methanreihe, wozu die pennsylvanischen
›hören, und in solche mit vorwiegend Naphtengehalt der unter
›0° siedenden Theile, zu welch' letzteren die Oele von Baku zu
›hlen sind, so muss das Erdöl von Pechelbronn und, soweit bis
›zt bekannt, des ganzen Elsass den ersteren zugetheilt werden.
› hiesigen Laboratorium gelang es insbesondere Pentan, Hexan,
›ptan, Octan und Nonan zu isoliren, und das Verhalten gegen
›nzentrirte Schwefelsäure zeigt, dass die Olefine nur in geringerer
›enge vertreten sind. Ebenso wurden kleine Mengen von Naph-
›nen, Terpenen und Benzolhomologen (Pseudocumol und Mesitylen)
›chgewiesen. An festem Paraffin enthält das Pechelbronner Oel
›–2 p.C., welches bei der Raffination auch als Nebenprodukt
›wonnen wird.

---

[1] Gegenüber der Produktion an Rohpetroleum des Jahres 1900 in Russ-
›nd mit 98 Mill. M.Ctr., in Nordamerika mit 83 Mill. M.Ctr. ist die Oel-
›winnung im Elsass eine immerhin noch sehr geringe.

Besonders charakterisirt ist aber das Pechelbronner
Schwabweiler Oel durch seinen hohen Sauerstoffgehalt, wel
bei ersterem bis auf 4,6 p.C. bei letzterem auf 6,5 p.C. anstei
was im Zusammenhang steht mit einem ausnehmend hohen G
des Rohöls an Asphalt und an Pech, deren scharfe Tren
nach besonderer Methode im hiesigen Laboratorium Herr Fl
durchgeführt hat.

Nach G. Krämer[2] enthält das elsässer Erdöl 0,134
0,138 p.C, Schwefel, das ist weniger als im Rohöl von Ohio,
Terra di Lavoro (1,3 p.C.) u. a., aber mehr als in denen
Pennsylvanien, Galizien, Baku (0,06 p.C.) u. a. nachgewiesen

Der Stickstoffgehalt des elsässer Rohöls ist schon vor la
Zeit von Boussingault[3] bestimmt worden. Dieser fand
einem schweren Oel von Pechelbronn 1,1 p.C., in einem Oel
Schwabweiler 0,4 p.C. Stickstoff. Da die chemische Natur d
Stickstoffverbindungen für die Beurtheilung seiner Abstamn
von Wichtigkeit war, so wurde im hiesigen Laboratorium d
Fr. Mac-Garvey[4] die stickstoffhaltige Substanz isolirt und an
sirt. Sie ergab die folgenden Resultate:

Kohlenstoff	81,55—81,52 p.C.
Wasserstoff	10,09—9,99 p.C.
Stickstoff	7,92

Die Substanz stellt ein gelbliches Oel dar, das sich in S
säure leicht löst, mit Quecksilberchlorid, Platinchlorid, und G
chlorid Doppelsalze liefert und ausgesprochenen Pyridinge
zeigt, sonach aller Wahrscheinlichkeit nach der Klasse der Pyri
basen angehört. Nach seinem Siedepunkt, der, noch nicht konst
zwischen 250 und 290° schwankt, müssen hochmolekulare Ve
dungen vorliegen, etwa C_{11} H_{17} N, welcher Körper 80,98 p.C
10,42 p.C. H, 8,58 p.C. N. verlangt.

Bekanntlich unterscheiden sich die verschiedenen Er
ihrer Natur nach besonders dadurch, dass sie die einze
Bestandtheile, oder richtiger ganze Gruppen von Best
theilen in relativ sehr verschiedenen Mengen aufweisen.
enthalten die nordamerikanischen und galizischen Rohöle

[1] Siehe Engler. „Das Deutsche Erdöl". Gekr. Preisschrift, Berlin 1
[2] Sitz.-Ber. d. Ver. z, Bes. d. Gew.-Fl. 1885, 296.
[3] Compt. rend. 96, 1452.
[4] Inauguraldissertat. Karlsruhe 1896, 16.

wiegend Kohlenwasserstoffe der gesättigten Methanreihe bis zu erheblichen Mengen fester Paraffine, die Erdöle von Baku grosse Mengen Naphtenkohlenwasserstoffe, und gewisse californische Oele sind reich an Kohlenwasserstoffen der Benzolreihe. Wie schon oben erwähnt, herrschen in den unter 300° siedenden Theilen der elsässer Rohöle die Methankohlenwasserstoffe vor, Diese Oele schliessen sich also ihrer chemischen Natur nach den pennsylvanischen und galizischen Oelen an. Aber auch diese drei Oeltypen zeigen wieder sehr grosse Verschiedenheiten in der relativen Menge niedriger und höher siedender Kohlenwasserstoffe der Methanreihe. So sieden unter 300° von pennsylvanischem Rohöl 75—90 p.C., von galizischem 40—60 p,C. von Pechelbronner Springquellenöl ca. 40 p.C. Von diesem bei den derzeitigen Bohrungen resultirenden Pechelbronner Quellenöl ist das früher durch Schachtbetrieb gewonnene und aus anderen Horizonten stammende Schachtöl völlig verschieden. Dasselbe beginnt erst über 200° zu sieden und spaltet nach Le Bel bei der Destillation Kohlenwasserstoffe der Olefinreihe ab.

Da nur die unter 300° siedenden Theile auf Leuchtöl verarbeitet werden können, so ist klar, dass sich für diesen Zweck nur das elsässer Springquellenöl eignet; das Schachtöl ist dazu zu hochsiedend, liefert aber dafür, nachdem das Paraffin durch Ausfrieren abgeschieden ist, sehr gutes Maschinenöl.

2. Die Erdölgase von Pechelbronn. An zahlreichen Stellen in der Umgebung Pechelbronns entströmen dem Boden brennbare Gase, welche häufig gleichzeitig mit Salzwasser auftreten. An manchen Stellen erfolgt der Austritt ohne scheinbaren Zusammenhang mit Erdöl und ist dann zumeist nicht sehr kräftig, doch gleichmässig, oft mit intermittirendem, plötzlich stärkerem Hervorquellen des Gases; immer aber treten mit dem Springquellenöl grosse Mengen Gas mit zu Tage, entweichen auch noch nachträglich aus dem schon geförderten Oel unter starkem Aufschäumen und bedingen dadurch für die ganze Umgebung grosse Feuersgefahr.

Die Gase wurden im hiesigen Laboratorium analysirt; ich lasse die erhaltenen Resultate des Vergleichs mit der Zusammensetzung des Gases der im Bienwald erbohrten Gasquelle wegen hier nochmals folgen. Beide Arten Gas, das mit Salz-

wasser auftretende (I und II), sowie das den Bohrlöchern (
strömende (III), wurden untersucht.

	I	II	III	
Methan	73,9	68,2	77,3	Vol. p.
Olefine	4,0	3,4	4,8	„
Kohlensäure . . .	2,2	2,9	3,6	„
Kohlenoxyd . . .	3,0	3,7	3,45	„
Sauerstoff	—	4,3	1,9	„
Stickstoff	16,9	16,9	8,95	„

In dem Salzwassergas No. II und dem Erdölgas No. III
Sauerstoff enthalten, der wahrscheinlich von Luft herrührt,
sich dem Gas vor seinem Austritt beigemengt hat. Bringt 1
Sauerstoff und ebenso den Stickstoff, dessen alleinige
stammung als Rest von Luft allerdings zweifelhaft ist, der v
mehr auch aus den Rohstoffen des Erdöls herrühren kann,
Abzug, so zeigen die Gase folgende Zusammensetzung:

	I	II	III	
Methan	88,9	87,2	86,8	Vol. p.
Olefine	4,8	4,4	5,4	„ „
Kohlensäure . . .	2,7	3,7	4,0	„ „
Kohlenoxyd . . .	3,6	4,7	3,8	„ „

Die Zusammengehörigkeit der beiden Gasarten, des Sa
wassergases und des Erdölquellengases, die ja auch von vo
herein anzunehmen war, geht aus einem Vergleich der Analy
ohne Weiteres hervor.

Als auffallende Erscheinung darf die Anwesenheit relativ
bedeutender Mengen Kohlenoxyd hervorgehoben werden. D
ist aus den zum Vergleich hier wiedergegebenen Analysen
Bunsen und Schmitt zu ersehen, dass auch die kaukasisc
Erdölgase nennenswerthe Mengen Kohlenoxydgas enthalt
während nach Phillips[1] allerdings die amerikanischen Erdölg
völlig frei davon sind. Genannte Forscher fanden:

	I	II	III	
Methan	92,5	93,1	92,2	Vol. p.
Olefine	4,1	3,3	4,3	„ „
Kohlenoxyd . . .	0,9	2,3	3,5	„ „
Wasserstoff . . .	0,9	1,0	—	„ „
Stickstoff	2,1	0,5	—	„ „

[1] Transact. of the Americ. Philos. Soc. Bd. 18, 1893 Mai.

Es wurden bis zu 4,44 p.C. Kohlenoxyd gefunden.

Wenn **Phillips** behauptet, Kohlenoxyd entstehe erst bei
° und es sei nicht möglich, dass der natürliche Bildungs-
zess des Erdöls bei so hoher Temperatur vor sich gegangen
Kohlenoxyd könne desshalb nicht vorhanden sein, so ist
gegenüber darauf aufmerksam zu machen, dass das Kohlen-
l der Erdölgase sich nicht durch Reduction aus Kohlen-
e gebildet haben muss, dass vielmehr eine Reihe anderer
esse, die bei erheblich niedrigeren Temperaturen ver-
en, seine Bildung herbeigeführt haben können. Es sei nur
lie Bildung von Kohlenoxyd bei wenig über 200° durch Er-
m gewisser Ketone erinnert[1], sowie an zahlreiche andere
etzungen, die schon unter 200° beträchtliche Mengen Kohlen-
l ergeben[2]. Blätteriger Lignit entwickelt schon beim Erhitzen
50° kohlenoxydhaltiges Gas. Die Bildung von Kohlenoxyd
Fettstoffen bei Temperaturen, die sehr wohl bei der Erdöl-
ung in Betracht gezogen werden dürfen, ist sonach keines-
s ausgeschlossen und die Anwesenheit von Kohlenoxyd bildet
alb kein Argument gegen die Richtigkeit der Theorie der
ung des Erdöls aus thierischen Fettresten.

3. Das **Petroleum aus den Muscheln des Kalkes,**
s a, **von Roth-Malsch.** Wenn man auf der Linie Bruchsal-
lelberg auf Station Roth-Malsch die Bahn verlässt und sich
r Malsch den Vorhügeln des Gebirgszuges zuwendet, so stösst
bei Durchquerung der Felder auf zahlreiche Steinbrüche, die
der Weise abgebaut werden, dass die ein bis mehrere
er mächtige Kalksteinschicht unter den einzelnen Aeckern
usgearbeitet, die Humusschicht wieder an Ort und Stelle
acht und so der Acker nur tiefer gelegt wird. Allmählich ist
ast das ganze dortige Lias-Terrain ausgehöhlt und tiefer gelegt
len. Schon seit langer Zeit ist bekannt, dass der Kalkstein
entlich in den tieferen Lagen zahlreiche Versteinerungen führt,
enen Petroleum in kleineren Mengen vorkommt. Der Freund-
keit des Herrn Professor **Futterer** habe ich es zu danken,
ich auf zahlreiche Stellen, die derartige Versteinerungen
ren, aufmerksam wurde.

---

[1] **Engler & Löw**, Ber. d. D. chem. Ges. Bd. 26, 1438.
[2] **Engler & Grimm**, ibid. Bd. 30, 2921.

Unter den Versteinerungen des Muschelkalkes treten beso
ders reichlich hervor: Muscheln, dabei vorwiegend Gryphae
arcuata und Rhynchonella, sowie Ammoniten (Am. Bucklandi, spirati
simus etc.), die indessen nur zum weitaus kleinsten Theil P
troleum enthalten. Oft jedoch trifft man beim Zerschlagen d
Kalksteins auf einzelne Muscheln und Ammoniten, deren Woh
kammern mit Erdöl theilweise oder ganz angefüllt sin

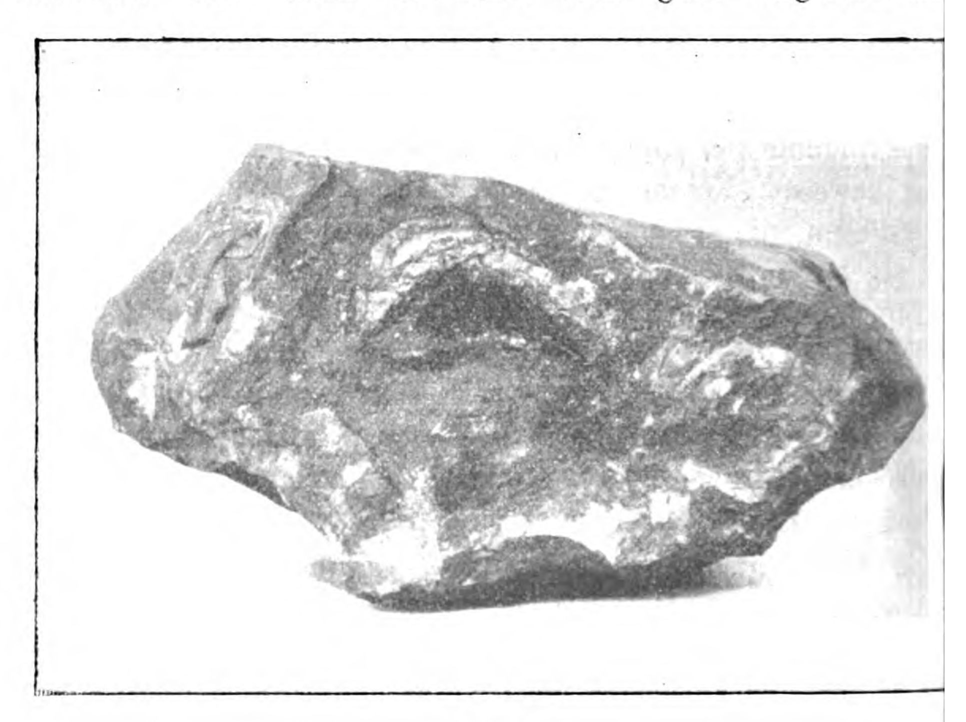


Fig. 1.

welches beim Zerschlagen herumspritzt oder ausfliesst. Beistehen
Abbildungen zeigen in natürlicher Grösse solche Versteinerunge
deren Hohlräume mit Erdöl angefüllt waren, und zwar bedeut
Fig. 1 eine mittelgrosse Gryphaea, in der Mitte durchschlage
Fig. 2 ein weiteres Exemplar, nur seitlich offen. Häufig
kommen die mit Petroleum gefüllten kleineren Rhynchonell
Muscheln, seltener dagegen erdölführende Ammoniten vor.

Dieses Muschel-Petroleum ist schon äusserlich von verschi
dener Beschaffenheit, unterscheidet sich auch hinsichtlich spez
fischen Gewichts und Flüchtigkeit. Bis jetzt konnte ich in G
meinschaft mit E. Albrecht 3 Sorten der chemischen Analys
unterziehen.[1] Oel I entstammt theilweise den abgebildeten M

[1] Zeitschr. f. Angew. Chem. 1901, Heft 37.

scheln, theilweise einem grossen Ammoniten, war dunkel von Farbe, dickflüssig, spezifisch schwer und schon eine Zeit lang mit Luft in Berührung, Oel II war dem Muschelkalk frisch entnommen, noch ziemlich dünnflüssig, Probe III das einem Muschel-

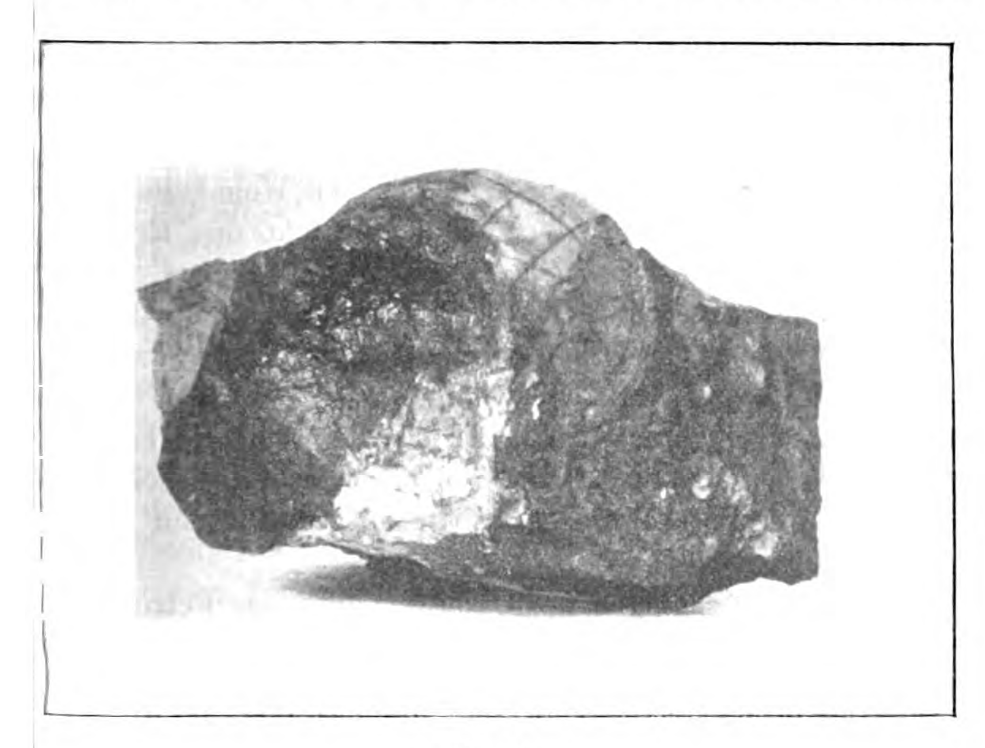


Fig. 2.

hohlraum direkt entnommene gelbe, durchsichtige, dünnflüssige und leicht flüchtige Oel. Die Resultate der Analyse waren:

	I			II	III
Kohlenstoff . . .	87,22	87,66	87,20	86,73	86,59
Wasserstoff . . .	12,65	12,33	12,45	12,95	12,92
	99,87	99,99	99,65	99,68	99,51

Auf qualitativem Wege liessen sich Stickstoff und Schwefel nachweisen, doch kann ihre Menge nach dem Ergebniss obiger Analysen unter allen Umständen eine nur sehr geringe sein.

Diese Resultate der Analysen von Muschelöl stimmen im Allgemeinen überein mit der von Markownihoff und Oglobin[1] konstatirten Zusammensetzung des Erdöls von Baku:

[1] Ber d. D. Chem. Ges. Bd. 16, 1874.

	I	II	III
Kohlenstoff	86,65	87,01	86,89
Wasserstoff	13,35	13,22	13,18

Es gelang aber auch noch, die charakteristischen Bestandth
der meisten rohen Erdöle: Asphalt, Pech und festes Paraffi
dem Petroleum mit Sicherheit nachzuweisen, so dass ein Zweife
der Identität dieses Muschelöls mit gewöhnlichem Petroleum a
geschlossen ist.

Meine ursprüngliche Ansicht, das in den Wohnkammern
Petrefakten vorhandene Erdöl entstamme direkt den Resten
Lebewesen, die sich vor Zeiten in den Wohnkammern dersel
aufgehalten hatten, lässt sich nicht aufrecht erhalten, denn
mal ist die Menge des Oeles im Verhältniss zu der in den
treffenden Kadavern enthaltenen organischen Thiersubstanz
zu grosse, und dann ist es auffallend, dass sich oftmals auc
anderen, nicht von Wohnkammern der Muscheln etc. umschlosse
Hohlräumen des Muschelkalks, z. B. auf Kluftflächen ebenf
Petroleum findet.

Man muss sich deshalb die Ansammlung des Petroleums
den Versteinerungen dadurch erklären, dass es durch enorm
Druck der einst den Lias überlagernden mächtigen Sedime
der ganzen Juraserie aus dem umgebenden bituminö
Gestein im Lauf einer wahrscheinlich sehr langen Z
ganz allmählich in die Hohlräume — gleichgiltig ob Wo
kammern oder andere Höhlungen — hineingepresst wor
ist, und damit ist vielleicht auch eine weitere Erklär
dafür gegeben, wie in anderen Fällen das natürliche Pet
leum aus ganzen bituminösen Gebirgsschichten durch star
Druck in benachbartes poröses Gestein, wie Sandstein, oder
Sand hineingepresst wurde, wobei nicht ausgeschlossen
scheint, dass im vorliegenden Fall die in nächster Nähe befi
lichen sehr bitumenreichen Posidonomyenschiefer, Lias ε, mit je
Petroleum - Einschüssen in Zusammenhang stehen. Zur B
kräftigung dieser Auffassung sei an die Versuche von A. Stel
erinnert, wobei Petroleum aus einer damit getränkten Th
schicht unter einem Drucke von 10 Atmosphären vollständig
eine darunter befindliche Sandschicht gepresst wurde. Anderers

[1] Zeitschr. f. pr. Geologie 1901, 379.

muss aber auch konstatirt werden, dass gerade diejenigen Schichten des Lias α, also die untersten, welche die Petroleum haltenden Petrefakten aufweisen, auch besonders reich an Versteinerungen sind, wodurch man darauf hingewiesen wird, auch eine Uebertragung aus unmittelbarer Nähe anzunehmen.

Petroleum des Liaskalks von Niedereggenen. Zwischen Schliengen und Badenweiler tritt Lias α zu Tage, welcher abgebaut wird und der ebenso wie derjenige von Roth-Malsch von Muscheln durchsetzt ist, deren Wohnkammern reichliche Mengen eines dickflüssigen Petroleums enthalten. Dasselbe tritt oftmals in solchen Mengen auf, dass es an frischabgesprengten Flächen herunterläuft und aufgesammelt werden kann.

4. Das Bitumen des Liasschiefers (Posidonomyenschiefer) von Langenbrücken und von Boll-Reutlingen. In Rücksicht auf die Möglichkeit des Zusammenhanges der Petroleumeinschlüsse in den Hohlräumen des Lias α mit dem bitumenreichen Schiefer des Lias ε, vor allem aber auch wegen der naheliegenden Möglichkeit des Ueberganges solchen Bitumens in Erdöl habe ich in neuerer Zeit auch die eingehende Untersuchung des Liasschiefers von Ubstadt—Langenbrücken in Angriff genommen. Da aber derselbe Schiefer (Lias ε) in grösserer Ausdehnung und noch reicher an Bitumen bei Boll und Reutlingen in Württemberg zu Tag tritt, es sich in beiden Fällen also um dieselben geologischen Schichten handelt, wurde für die Untersuchungen insbesondere das Reutlinger Material gewählt, für dessen Beschaffung ich Herrn Dr. Zwiesel in Reutlingen, dem vortrefflichen Kenner der dortigen geologischen Verhältnisse, zu ganz besonderem Danke verpflichtet bin. Die spezielle Durchführung der Versuche hat Herr A. Flachs im hiesigen chemischen Laboratorium übernommen.

Der Schiefer beider Fundstätten, in Baden und in Württemberg, ist übrigens so reich an Bitumen, dass man früher an beiden Orten, bei Ubstadt und bei Reutlingen, Fabriken zur Destillation desselben auf Mineralöl angelegt hatte, welche nur deshalb sich nicht weiter entwickeln konnten und eingingen, weil vom Jahr 1860 ab das amerikanische Erdöl die anderen Mineralöle vom Markte verdrängte. [1] Aus dem Ubstadter Schiefer

[1] Siehe bei Dorn „Der Liasschiefer etc." Tübingen 1877.

wurden 5—7 p.C. öliges Destillat erhalten, während der Reut linger Schiefer nach unseren Versuchen bis über 10 p.C. davon ausserdem $2^1/_2$ p.C. Gase, ergibt.

Nachdem ich mich durch Vorversuche von der Identität de Bitumens des Lias ε bei Langenbrücken und bei Reutlingen über zeugt hatte, gelangte ich zu grösseren Mengen desselben dadurch dass Herr Direktor Wernecke die Freundlichkeit hatte, für mic eine grössere Sendung Reutlinger Schiefer in den grossen Apparate der Mineralölwerke zu Gerstewitz mittelst Benzols extrahiren zu lassen, wofür ihm auch an dieser Stelle aufrichtiger Dank aus gesprochen sei.

Das nach Verdunsten des Benzols aus dem Schiefer extra hirte Bitumen besitzt braunschwarze Farbe und bei mittlere Zimmertemperatur salbenartige Consistenz, wird aber bei wenig höherer Temperatur flüssig und zeigt bei 17° das spec. Gew. 0,9714.

Die Analyse des Bitumens ergab die folgenden Resultate:

	I	II	III	Mittel
Kohlenstoff . . .	80,83	80,69	—	80,77 p.C.
Wasserstoff . . .	11,08	11,11	—	11,10 „
Stickstoff	1,22	1,27	1,49	1,32 „
Schwefel	1,13	—	—	1,13 „
Sauerstoff (Diff.) .	—	—	—	5,68 „

Von Wichtigkeit war es nun, um den Zusammenhang des Langenbrücker und Reutlinger Schieferbitumens mit Petroleum zu prüfen, festzustellen, ob in dem Bitumen auch die charakte- ristischen Nebenbestandtheile des natürlichen Erdöls — Asphalt, Pech und Paraffin — enthalten sind, und in zweiter Linie, ob es gelingt, dieses Bitumen in Petroleum umzuwandeln?

Nach einer von Herrn Alexander Flachs ausgearbeiteten Trennungsmethode, welche auf den älteren Methoden von mir und Böhm, sowie von Holde sich aufbaut, gelang es uns, den ersteren Nachweis in einwandsfreier Weise zu liefern.

Der Asphalt bildet ein tiefschwarzes Pulver, welches erst bei 140—145° erweicht und in Benzol vollständig löslich, in Ligroin unlöslich ist. Die Analyse desselben ergab:

	I	II	Mittel
Kohlenstoff	78,68	79,01	78,85 p.C
Wasserstoff	—	8,59	8,59 „
Stickstoff	1,34	1,38	1,36 „
Sauerstoff incl. Schwefel . .	—	—	11,20 „

Um einen Vergleich mit dem Asphalt des natürlichen Petro-
ums zu erlangen, wurde ein Asphalt von Destillationsrückständen
as Pechelbronner Erdöl nach gleicher Methode ausgeschieden
nd analysirt, wobei erhalten wurden:

Kohlenstoff	81,75 p.C.
Wasserstoff	7,27 „
Stickstoff	1,84 „
Sauerstoff incl. Schwefel . .	9,14 „

Hieraus ergibt sich zu den übereinstimmenden sonstigen
igenschaften der beiden Asphalte auch noch die allgemeine
ebereinstimmung in ihrer chemischen Zusammensetzung.

Das Pech des Bitumens bildet ebenfalls eine tiefschwarze
lasse, die bei gewöhnlicher Temperatur spröde, bei schwacher
rwärmung weich und elastisch ist. Es löst sich in Ligroin
ollständig auf, nicht in Alkohol. Die Analyse ergab:

Kohlenstoff . . .	84,92 p.C.
Wasserstoff . . .	10,85 „
Sauerstoff	4,23 „

Auch diese Eigenschaften und Resultate stimmen in der
lauptsache mit denjenigen des Pechs aus Pechelbronner Erdöl
iberein. Ausserdem existirt eine nahe Beziehung mit dem von
leicher[1] aus galizischem Erdwachs gewonnenen „Ozokerol“.

Das Paraffin wurde vom Schmelzpunkt 44—45° erhalten,
st in viel Alkohol löslich und von krystallinischer Struktur; es
nthält nach der Analyse:

Kohlenstoff . . .	85,54 p.C.
Wasserstoff . . .	14,49 „

Ein bei Ausscheidung der vorstehend beschriebenen drei
Stoffe erhaltenes Oel wurde vorerst nicht näher untersucht,
besteht aber nach seinem Gesammtverhalten aus einem Gemisch
von Kohlenwasserstoffen.

[1] Inauguraldissertation, Bern 1888.

Als ganz besonders bemerkenswerth verdient aber he
gehoben zu werden, dass, wenn man das Liasschiefer-Bit
nach unserer Methode[1] unter Ueberdruck destillirt, dasselbe
fallend leicht zu 2/3 seines Gewichts ein Destillat liefert, we
in seinen wesentlichsten Eigenschaften mit Petroleum übereinsti
Daneben entstehen brennbare Gase, Wasser und als Rück
(ca. 16 p.C.) Asphalt und Pech.

Das aus Bitumen gewonnene Erdöl ist dünnflüssig, sch
lichbraun gefärbt, in dünner Schicht durchsichtig und von st
grünlicher Fluorescenz; spec. Gewicht bei 15°: 0,8742.
Normal-Destillation ergab folgende Produkte:

Siedebeginn bei 60°.

Von 60—100°	4,0	Vol.	p.C.
„ 100—150°	14,8	„	„
„ 150—200°	11,9	„	„
„ 200—250°	15,0	„	„
„ 250—300°	15,5	„	„
Ueber 300°, Differenz .	38,8	„	„

Aus dem unter 200° siedenden Theil des Destillates kon
bis jetzt die folgenden Bestandtheile isolirt werden:

Kohlenwasserstoffe der Methanreihe: Pentan, He
Heptan, Octan und Nonan, festes Paraffin (8,45 p.C.) vom Schr
punkt 50—54°.

Ungesättigte Kohlenwasserstoffe: Olefine etc. wu
sowohl mittelst Borom als auch durch Absorption mit Schw
säure bestimmt. Deren Menge stieg von 32 Vol. p.C. in Frac
60—100° auf 60 Vol. p.C. in Fraction von 150—200°, wobei d
Zunahme des spec. Gewichtes nachgewiesen werden konnte,
beim längeren Stehen eine Selbstpolymerisation dieser Kol
wasserstoffe eintritt, wodurch bekanntlich die Bildung der
natürlichen Petroleum enthaltenen Schmieröle erklärt wer
kann.

Von aromatischen Kohlenwasserstoffen konnten Be
und Toluol nachgewiesen werden, doch sind jedenfalls auch r
höhere Homologe anwesend.

Die sämmtlichen vorstehend nachgewiesenen Bestandth
des Druckdestillates aus Bitumen sind auch im natürlichen Er

---

[1] Ber. d. D. Chem. Ges. Bd. 21, 1818.

thalten, und ihre Anwesenheit beweist deshalb auch die nahen
ziehungen zwischen Bitumen und Erdöl.

Die Menge Erdöl, welche nur allein aus diesen in ihrem
nfange schätzungsweise bestimmten Posidonomyenschiefern des
is ε bei Ubstadt-Langenbrücken und bei Boll-Reutlingen ent-
hen könnte, sobald dieselben durch Hebungen und Senkungen
d dabei eintretende Verwerfungen und Eintauchen in tiefere
rmere Zonen unter die Bedingungen des Druckes und der
mperatur zur Umwandlung in Petroleum gelangen, lässt sich
f Tausende von Millionen Centnern schätzen und beträgt jeden-
ls mehr als die Petroleumfelder der Karpathen (Galizien)
ätzungsweise aufweisen, nicht zu rechnen die gewaltigen
ssen von bituminösen Schichten, die unserer Wahrnehmung
gehen.

Dass übrigens auch an anderen Orten das Petroleumvorkommen
t dem Vorhandensein von bituminösen Schichten in engem
sammenhang steht, ist auch schon von Anderen hervorgehoben
rden. Besonders Professor Szajnocha[1] in Krakau hat neuer-
ngs diesen Zusammenhang eingehend für das galizische Petro-
m begründet und dabei auf das Bitumen der gewaltigen Ab-
erungen der Menilitschiefer der Karpathen hingewiesen. Durch
ne freundliche Vermittlung war es mir möglich, mit Dr.
ankenstein den Bitumengehalt einer Reihe solcher karpathi-
er Schiefer festzustellen, wobei folgende Gehalte an Bitumen
funden wurden:

Schiefer von

	Kotaczyce	Kroscienko bei Krosno	Strzytki b. Dniasha	Tartarow	Skopow a. Saufluss	Delatyn a. Prut
tumen	1,8	2,2	7—8	8,2	8,5	9,1 p.C.

Auch dieses Bitumen, ein Restproduct vormaliger Lebewesen,
det einen gewaltigen Vorrath an einem Material, aus dem sich
ter geeigneten Bedingungen jederzeit Petroleum bilden kann.

Betrachtungen über die Bildung des Petroleums im Rheinthal.

Durchschlagende Gründe sprechen dafür, dass sich das Petro-
m des Rheinthales ebenso wie dasjenige der meisten übrigen

[1] „Naphta“ 1899.

Fundstätten aus den Fettresten einer untergegangenen Fa
gebildet hat.

Die Begründung dieser Hypothese, welche zuerst
Leopold von Buch aufgestellt und neuerdings namentlich
Hoefer durch Heranziehung geologischer Befunde vertr
wurde, habe ich in einer Reihe von Abhandlungen,[1] gest
auf zahlreiche Experimente, welche die Ueberführbar
thierischer, auch pflanzlicher, Fettstoffe in Petroleum
weisen, gegeben. Es kann hier auf diese ausführli
Arbeiten nicht nochmals zurückgegriffen werden; eine
drängte Zusammenstellung der wichtigsten Sätze, zu denen
auf Grund langjähriger Studien und einer an die zitirten Arbe
angeschlossenen wissenschaftlichen Diskussion über den Che
mus jenes natürlichen Bildungsprozesses gekommen bin, m
genügen.

1. Das Petroleum ist aus der Fettsubstanz unt
gegangener Lebewesen entstanden, nachdem die übr
organische Substanz derselben durch Fäulniss und V
wesung sich zersetzt hatte. Ausser Fettstoffen kommen
noch Wachs, Harze und ähnliche Stoffe, indessen nur zurü
tretend, in Betracht.

2. Zu den Fettresten hat fast ausschliesslich marines Le
beigetragen, und zwar a. die gewöhnliche marine Fauna,
Fische, Saurier, Weichthiere etc.; b. nieder organisirte Le
wesen, besonders die Mikrofauna und das Plankton des Mee
wobei pelagische Foraminiferen, Radiolarien, Globigerinen, Pt
poden, Diatomeen etc. vor Allem in Betracht kommen.

3. Binnenpflanzenreste, welche man früher der Petrole
bildung zu Grunde legte, spielen nur ganz ausnahmsweise e
Rolle, doch nicht durch ihre spezifisch pflanzliche Zellsubsta
sondern zu Folge Ansammlung von Fett, Wachs, Harz etc.
denselben.

4. Die Umwandlung der Fettstoffe in Erdöl hat sich un
sehr verschiedenen äusseren Bedingungen des Druckes, der Te

[1] Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Bd. 21, 1816; 22, 592; 26, 1449; 28, 25
30, 2358, 2365, 2908, 2921; 33, 7. Chem Ind. 1895, Nr. 1 u. 2. 1902, Nr.
Zeitschr. f. Ang. Chem. 1901, Nr. 36, 37. Chem. Zeitg. 1901, Nr. 99. Jou
of the Americ. Chem. Soc. Bd. 15 Nr. 7. Internat. Petrol. Congress, Pa
1900, II Rep.

eratur und in sehr verschieden langen Zeitperioden vollzogen nd war demgemäss je nach Umständen ein rascher oder, wie ohl meistens, ein nur ganz allmählich verlaufender Prozess, dessen stes Stadium aber wahrscheinlich die Ausscheidung freier Fettåuren durch Wasser gewesen ist.

5. Die langsame Umwandlung des Fettes in Erdöl zwingt ır Annahme von Zwischenprodukten.

6. Das Bitumen ist als ein solches Zwischenprodukt nzusehen, welches theilweise schon fertige Erdölbestandtheile, sbesondere festes Paraffin, Asphalt, Pech, auch schon flüssige ohlenwasserstoffe enthält; es geht durch Druckdestillation leicht Petroleum über.

7. Die Erdöle verschiedener Fundstätten enthalten im allmeinen dieselben Bestandtheile, d. h. gesättigte Kohlenwasseroffe der Methan- und der Naphten-Reihe, Olefine, Terpene und hlreiche noch ungesättigtere Kohlenwasserstoffe, namentlich Benzol nd seine Homologen Toluol, Xylol, Cumol etc., ferner sauerstoffltige Verbindungen, wie organische Säuren (Petrolsäuren), Ketone, henole etc., Asphalt und Pech, endlich immer auch geringe lengen schwefelhaltiger Körper und stickstoffhaltiger Basen Pyridinkörper).

8. Die verschiedenen natürlichen, scheinbar so sehr verschieenen Petroleumsorten unterscheiden sich hauptsächlich nur durch ie relative Menge dieser Bestandtheile.

9. So wie schon die Aenderung der äusseren Bedingungen er Druckdestillation Druckdestillate ganz verschiedener Zusamensetzung aus ein und demselben Fettstoff ergibt, so ist auch ie grosse Verschiedenheit der einzelnen natürlichen rdölsorten in der Hauptsache nur durch die verschieenen Bildungsbedingungen — des Druckes, der Temeratur und der Zeit — verursacht und nur in untergeordetem Grade durch die Fette, Harze oder das Wachs verschiedener bstammung.

Es darf konstatirt werden, dass jetzt — abgesehen von noch nigen Vertretern der Emanationstheorie — die namhaftesten orscher auf dem Gebiet der Genesis des Erdöls, so vor allem öfer, Stahl, Zaloziecki, Szainocha u. A., darin miteinander bereinstimmen, dass es den Fettresten mariner Lebewesen ntstammt und nur Krämer, allerdings einer der hervorragendsten

Kenner der Chemie und Abstammung des Petroleums, weicht
insofern noch ab, als er den Prozess in **Binnenseen** verlegt, di
in Erdeinsenkungen durch die aus den Gebirgen herabström
Regenwassermassen gebildet haben und in denen Diat
wucherten, deren Fett- bezw. Wachsreste es aber dann eb
waren, aus denen das Erdöl entstand.

Abgesehen jedoch davon, dass auch nach dieser let
Auffassung die Fettreste längst untergegangener und in
übrigen organischen Substanz zersetzter Lebewesen, das
material abgegeben und dass vielleicht da oder dort sich kl
Petroleumlager auf diesem Wege gebildet haben, lassen sic
die Abstammung der Hauptmassen des Erdöls aus dem Mee
durchschlagende Gründe anführen[1], dass man sehr wohl den g
Vorgang in die Worte zusammenfassen darf: **aus dem Me
fett hat sich das Petroleum gebildet.**

Welche Lebewesen dazu das meiste Fett geliefert h
muss noch als unentschieden gelten, denn während die Einen
wiegend die marine Fauna dazu heranziehen, legen Andere
grosses Gewicht auf die marine Flora; zumal, wenn man
noch die Diatomeen, diese mikrobischen „Pflanzenthiere",
man sie früher bezeichnete, der letzteren zuzählt.

Das Wahrscheinlichste ist, dass für die Bildung des Erdöls
diese Faktoren in Betracht gezogen werden müssen und dass
den verschiedenen Orten, an denen wir dasselbe vorfinden,
überall aus denselben Lebewesen entstanden ist. Im
gemeinen aber sprechen, wie vor Allem **Höfer** nachgewiesen
geologische Gründe dafür, dass das Oel mariner Fauna
stammt, wobei, wie schon oben bemerkt, nicht sowohl die Ma
als vor allem auch die Mikro-Fauna, und besonders
Plankton, herangezogen werden muss. Fast jede Differen
der Konzentration des Salzwassers zweier miteinander in K
munikation stehenden Seen muss mit der Zeit die Bildung e
Bitumenablagerung zur Folge haben dadurch, dass das eine Bec
gegenüber dem anderen einen alles Leben abtötenden sogenann
azoischen Behälter darstellt. So sieht man alljährlich zur Lai
zeit in der Bucht des Adjidaria am Kaspischen Meer Millionen
Fischen zu Grunde gehen und allmählig von Wüstenstaub bede

[1] Siehe u. a. Ber. d. deutsch. Chem. Ges. 1900 p. 7 u. f.

rden, weil die Thiere des salzärmeren Wassers des grossen es in dem salzreicheren Wasser der Bucht nicht leben können. n einer ähnlichen Stelle im Norden von Amerika wird mir ıerdings berichtet. Vornehmlich grössere oder kleinere Buchten ten sonach Bedingungen für Bitumen- und Petroleumbildung, bei auch an zeitweise Abschnürungen und Wiederfüllung solcher chten vom Hauptmeer im Sinne von Stahl oder von hsenius gedacht werden muss. Auf solche azoisch wirkende enzstellen zwischen Süsswasser und Meerwasser im ehemaligen einthalbecken macht besonders auch van Werveke aufmerksam.

Nach den Untersuchungen von Andrussow gibt es aber auch freien Meer sogenannte azoische Stellen, in denen alles hineinangende thierische Leben zu Grunde geht, auch bildet sich in leren Meeren, wie allem Anschein nach z. B. dem rothen Meer rch Ueberproduktion der dort so stark entwickelten Meeresfauna einzelnen Stellen gewissermassen unter unseren Augen Erdöl.

Von grösster Bedeutung aber dürften für die Ansammlung n Bitumen die zuerst von Zaloziecki betonten Meeresömungen gewesen sein, die in früheren Epochen eine viel össere Rolle gespielt haben müssen und durch welche an ruhigen ellen des Meeres, vor allem also wieder in Einbuchtungen, osse Flächen mit abgestorbenen Resten der Makro- und Mikroına des Meeres sich bedeckten, mit Schlamm und Sand sich mischten und bituminöse Sedimentärschichten bildeten.

Dass andererseits auch aus niederorganisirten Pflanzen, so besondere aus den Diatomeen, auf welche Otto N. Witt erst hinwies, in der Art und Weise wie sich dies Stahl denkt, abgeschnürten Meeresbuchten, Erdöl sich gebildet haben kann, soll ht in Abrede gestellt werden, ja es ist nicht ausgeschlossen, ss auch in offenen Buchten des Meeres solche Diatomeenwucheıngen zur Bildung von Bitumenablagerungen geführt haben. ımer aber bleibt es das Meeresfett, welches wir zur ldung des Erdöls heranziehen müssen, dessen Umındelbarkeit in Erdöl wir zuerst experimentell nachwiesen und auf dessen Heranziehung zur Erdölbildung ir zuerst als unumgänglich hingewiesen haben.

Auch hinsichtlich des Rohmaterials, aus dem sich das Petroum des Rheinthals mit Wahrscheinlichkeit gebildet hat, zeigen st alle Beobachtungen, dass ein inniger Zusammenhang besteht

zwischen seinem Vorkommen und dem Vorhandensein von g
gischen Schichten, die reich sind an fossilen Einschüssen
untergegangen Lebewelt, namentlich sind es petrefaktenr
Sedimente des Lias und Tertiärs, auf die man hingewiesen

Es erwächst daraus für den vorliegenden Fall die Frag
das Petroleum den beiden genannten geologischen Format
entstammt, oder ob es nur aus einer der beiden entstanden

Dass das Petroleum nur aus Bitumen des Tertiärs entst
sein könnte, ist von vornherein ausgeschlossen, denn thatsä
ist wiederholt Petroleum in Einschlüssen des Lias aufgefu
worden, in die es aus dem viel jüngeren Tertiär unmöglich hi
gelangt sein kann. Alle Wahrnehmungen sprechen weit
dafür, dass dieses Petroleum den Liasschichten selbst entsta

Kann aber vielleicht das Erdöl des Rheinthals allein aus
Lias entstanden und nur durch Dislokation in das Tertiä
Hauptfundstätten gekommen sein? Eine solche Möglichkei
sicherlich von vornherein nicht ausgeschlossen, denn da
tertiären Ablagerungen im allgemeinen über dem Lias liegen
kann sehr wohl bei starkem Gebirgsdruck das Petroleum nach
gepresst worden und in höher liegende poröse Tertiärschic
gelangt sein. Dabei fällt sicherlich auch die Thatsache mit
Gewicht, dass Petroleum im Tertiär sich hauptsächlich an sol
Stellen findet, an denen es durch Bewegungen in den u
liegenden Formationen starke Verwerfungen erfahren hat,
sonders in den Parallelspalten der Vogesen; auch ist mehr
Oel an Stellen konstatirt worden, an denen das Tertiär
Muschelkalk aufsitzt, niemals aber in Buntsandstein, der s
kein Oel liefern, dasselbe aber auch nicht von darunter liege
Schichten empfangen kann, Verhältnisse, auf die beson
Piedboeuf[1] hinweist.

Durch meine in Gemeinschaft mit A. Flachs ausgefüh
Versuche wurde der Nachweis erbracht, dass das Bitumen
Lias beim Erwärmen unter starkem Druck auffall
leicht in völlig dünnflüssiges Petroleum übergeht. Es m
als sehr wahrscheinlich gelten, dass starker Druck und Zeit al
dasselbe bewirken, wozu beim Experiment im Laborator
auch noch Erwärmung nöthig ist. Jedenfalls können a

[1] Piedboeuf, Petrol. Central-Europa's, Düsseldorf 1883 p. 37.

on kleine Temperaturerhöhungen, wie sie bei dem abchselnden Heben und Senken der Gebirgsschichten und bei berlagerung durch mächtige Sedimente, welche die Geoisormen steigen lässt, angenommen werden dürfen, für eine che Umwandlung ausreichen, zumal da bei eintretenden Senken und Verwerfungen der Gebirgsschichten ganz enorme Druckkungen auftreten müssen. Und dass in der That in den gionen des Lias α z. B. von Roth-Malsch solche enorme Drucke errscht haben, lässt sich schon daraus erkennen, dass das einpressen des Erdöls in die Wohnkammern der Muscheln Ammoniten, oder in andere Hohlräume des Gesteins einen der gen ausserordentlichen Druck zur Voraussetzung hat. Dieser ke Druck ist auch daran kenntlich, dass das Oel beim Aufllten dichter Stücke des Kalksteins aus den dadurch offen egten kleinen Muscheln oftmals geradezu mit Gewalt herausitzt. — Der gewaltige Druck der in allen Petroleumlagern rrscht. so in Amerika, Galizien und bei Baku, durch den Petroum-Fontänen von über 100 m Höhe herausgetrieben und Steine Bohrlöchern von 500 und mehr Meter Tiefe über 200 m ie Luft emporgeschleudert werden, ist ein deutlicher Beweis ür, dass in den Petroleum-führenden Schichten ganz enorme ckverhältnisse obwalten.

Jedenfalls ergeben diese Betrachtungen, dass es nicht blos r wohl möglich, sondern sehr wahrscheinlich ist, dass wenigns in vielen Fällen das Petroleum aus den unterliegenden umenreichen Liasschichten in die überliegenden lockeren und rösen Tertiärschichten emporgepresst wurde, was nicht ausliesst, dass auch im Tertiär selbst Erdölbildungen vor sich gangen sind.

Ueberhaupt findet sich ja Petroleum in den verschiedensten, n jüngsten bis zu den ältesten Formationen: in Galizien z. B. dem jungen Tertiär, in Pennsylvanien in den alten Schichten s Silur und Devon; Anwesenheit von Bitumen und Druck, event. ssige Wärme genügen als Vorbedingungen für den Bildungsvorgang.

Unter allen Umständen steht aber fest, dass das Vorkommen s Petroleums im Elsass ausschliesslich an das ältere Tertiär, s Oligocän, gebunden ist und überall da, wo Petroleum gesucht ird, geht man deshalb ganz richtig von dieser Formation aus, icht blos im Elsass, sondern auch in Baden.

Tertiäre Ablagerungen finden sich auf beiden Seiten
Rheinthals, zumeist an der Lehne der beiden grossen Gebirgsz
gegen das Rheinthal zu, von sehr verschiedener, zumeist jed
nicht sehr grosser Ausdehnung: auf der linken Seite auf
Linie Montbéliard - Masmünster - Mülhausen - Colmar, dann
stärkeren Resten von Hagenau-Weissenburg bis Neustadt a.
die sich mit wenig Unterbrechungen bis zu dem Hauptdepot
Mainzer Beckens fortsetzen. Viel geringer ist die Tertiärbild
auf der rechten Rheinseite vertreten, wo wir in Baden nenn
werthere Ablagerungen nur bei Lörrach-Haltingen, Kirchho
Freiburg, bei Ubstadt und bei Grosssachsen, ausserdem
kleinere Schollen haben.

Ein Unterschied zeigt sich aber auf beiden Rheinse
darin, dass man im Elsass schon an sehr vielen Stellen
Tertiär Petroleum gefunden hat, während dasselbe auf
badischen Seite bis jetzt noch fehlt. Von Oelfunden des El
sind zu erwähnen diejenigen von Hirzbach und Hirsingen
Altkirch, vor Allem aber die zahlreichen und in Ausbeut
begriffenen Aufschlüsse westlich und östlich der Linie Hagen
Sulz u./W.-Weissenburg, bei den Orten Pechelbronn, Schwabwe
Ohlungen, Biblisheim, Merkweiler, Dürrenbach, Walburg
im Oberstrittener Gebiet, worüber schon weiter oben beric
ist. In ganz erheblicher Ausdehnung kommen ausser
bitumenreiche, ebenfalls dem Oligocän angehörige Fischschi
vor, so namentlich — nach freundlicher Mittheilung des H
Oberbergrath Braubach in Strassburg — bei Altkirch, Bu
weiler O.-E., Ottingen (Kreis Altkirch) und bei Obersteinbr
Rautsweiler, Dietweiler, Geisspitzen, Uffheim und Niedermags
des Kreises Mülhausen. Eine Reihe von Fundorten von E
verzeichnet ausserdem Piedboeuf[1], so in der Gegend
Schlettstadt bei Bergheim, St. Bilt, Roderen, Echery bis St. C
über der Grenze, auch bei Mutzig und Molsheim, wobei es
jedoch nur um ganz geringfügige Ausbeute handeln kann.

Die erwähnten tertiären Ablagerungen, die vielfach nur n
in kleinen Schollen vorhanden sind, bilden die Reste tertiä
Schichten, welche einstmals wahrscheinlich das ganze Rheint

[1] a. a. O. p. 36 (Karte).



Brennende Naturgas-Quelle bei Büchelberg.

edeckten und die sich aus dem Tertiärmeer des Rheinthales
gesetzt hatten.

Hat man bis jetzt grössere Aufschlüsse von Petroleum haupt-
chlich erst in dem Vorlande der Vogesen gemacht, so ergibt
h aus den vorstehenden Ausführungen dennoch die Möglichkeit,
ss auch in der Ebene des Rheinthales, mehr dem Rheinstrom zu,
enfalls Petroleum sich findet. In erster Reihe an denjenigen Stellen,
denen tertiäre Erhebungen vorhanden sind und nachgewiesen
rden können, lässt sich, gleichgiltig, ob das Tertiär das Pe-
oleum nur aus anderen Schichten aufgenommen oder selbst
bildet hat, Petroleum erwarten.

Es kann desshalb in Rücksicht darauf, dass für Deutschland
itere Petroleumquellen sehr erwünscht sein müssen, nur dankbar
grüsst werden, dass der sehr unternehmende Fabrikbesitzer
arl Ringwald aus Emmendingen im pfälzischen Bienwald etwa
der Mitte der Linie Weissenburg-Karlsruhe, 7 Kilometer Luft-
ie von beiden Orten entfernt, in welcher Richtung sich eine
rtiäre Schwelle von Weissenburg her in das Rheinthal hinein-
eht, Bohrungen auf Petroleum ins Leben gerufen hat, die bis
tzt zwar kein Oel, wohl aber bedeutende Gasausbrüche mit
spuren ergeben haben. Auf Anrathen Prof. Sauer's hat man
t den Bohrungen im Jahr 1897 in der Nähe des Dorfes Büchel-
rg begonnen. Diese Bohrungen gingen nicht tief genug, ergaben
dessen fast stets mehr oder weniger erhebliche Gasausbrüche.
om Jahr 1899 ab ging man auf Anrathen des Landesgeologen
hürach mit tieferen Bohrungen vor. Das erste zweier Bohr-
cher erreichte in der Nacht vom 11. zum 12. Dezember 1900
i einer Tiefe von 290 m eine Gasansammlung von solcher
pannung, dass das Gas mit grösster Gewalt durch das Bohrloch
rausgetrieben wurde und sich an einer oben im Bohrthurm
ängenden Laterne entzündete, bevor es möglich gewesen wäre,
n Ausbruch durch Verschluss des Bohrloches zu hemmen. Der
ohrthurm brannte ab und nur mit grosser Mühe gelang es, die
nfänglich viele Meter hoch aus dem Bohrloch emporschlagende
lamme nach zwei Tagen zu löschen (siehe die Tafel). Etwa
14 Tage lang drang das Gas mit grosser Gewalt hervor, ohne
bis heute völlig aufzuhören.

Das von mir an Ort und Stelle aufgesammelte Gas zeigte
die folgende Zusammensetzung:

	I	II	
Methan	79,6	79,8	Vol. p.C.
Aethan	3,17	2,9	„ „
Olefine	—	—	„ „
Kohlensäure . . .	Spuren	Spuren	„ „
Sauerstoff	2,3	2,7	„ „
Stickstoff	14,4	14,6	„ „

Vergleicht man mit diesen Analysen diejenigen der Er
gase von Pechelbronn, so lässt sich die nahe verwandtschaftl
Beziehung beider nicht verkennen, zumal wenn man beri
sichtigt, dass bei den viel früher ausgeführten Analysen mit
Pechelbronner Gasen gemäss damaliger Untersuchungsmetl
das Aethan theilweise oder ganz als Olefin gefunden werden mu
und eine genaue vergleichende Prüfung auf Kohlenoxyd n
ausgeführt werden konnte.

Das Bohrloch wurde später auf 760 m niedergetrieben, er
wohl bei 350 m Oelspuren, jedoch aber keine grössere Menge
ebenso auch ein anderes Bohrloch nicht, mit dem man auf
bis 580 m niederging. Aber auch hier zeigten sich ziemlich sta
Gasausbrüche sowie auch Oelspuren.

Zur Zeit wird ein Bohrloch bis auf 1000 m niedergetrie
und man kann nur wünschen, dass diesem energischen Vorge
Erfolg beschieden sein möge.

Entstammen die Jura-Ablagerungen mit den bitumenreic
Schichten des Lias α und ε der Zeit, in welcher noch ganz S
westdeutschland einen Theil des Meeres bildeten, das besond
in der Periode des Lias einen ungewöhnlichen Reichthum
mariner Fauna aufwies, so hat man sich zu vergegenwärtig
dass in der auf den Jura folgenden Epoche der Kreide
dieses Lias- und das ganze Jurameer grossentheils verschwun
war und dass sich an der Stelle des heutigen Schwarzwal
und der Vogesen und über das ganze jetzige Rheinthal hin
von der Maas bis gegen Regensburg eine gewaltige continent
Erhebung wölbte, durch die sich das Fehlen der Kreide
diesem Gebiete erklärt. Nun aber begann der Einbru
etwa in der jetzigen Längsachse des Oberrheines und es bild
sich eine langgestreckte Bucht, die von Norden her bis in
Gegend von Basel und Belfort sich landeinwärts erstreckte u
deren obere Ufer durch die nicht eingesunkenen Theile d

Schwarzwaldes und der Vogesen, weiter oben durch den Jura gebildet waren.

Auch in diesem mit dem offenen Meer im Norden noch in voller Kommunikation stehenden Tertiärmeer entwickelte sich wieder eine üppige Flora und Fauna und es bildeten sich theilweise sehr bituminöse Ablagerungen, wie sie sich namentlich im ältern Oligocän z. B. in den Fisch-Schiefern der Kreise Altkirch und Mülhausen, noch heute zeigen. Vom ältesten Tertiär, dem Eocän, finden sich noch nennenswerthe Reste im Mainzer Becken und bei Altkirch, während das nächstältere Oligocän an zahlreichen Stellen der Lehnen der beiden Gebirgszüge rechts und links des Rheines erhalten ist. Meeressand, der die Grundlage bildet und Septarienthon [1] sind die charakteristischen Merkmale dieser älteren Tertiärzeit, in welcher die gesammte reiche Lebewelt der langgestreckten mit Salzwasser erfüllten Meeresbucht mariner Natur war. Von Pflanzenresten ist nach Höfer in den in Frage kommenden Schichten nichts zu finden.

Indem sich aber allmählig das rheinische Schiefergebirge erhob und nördlich des Mainzer Beckens sich quer vor die Oeffnung des Tertiärmeeres legte, dasselbe mehr und mehr von dem nordischen Meer abschnürte, während der Rhein bei dem langsamen Hebungsprozess seinen Lauf in der Hauptsache beibehielt, in das mehr und mehr sich erhebende Schiefergebirge sich einwühlend, kam es zum vollständigen Abschluss des Rheinthalsees gegen das Meer, das salzige Wasser wurde allmählig ausgesüsst und schliesslich durch zufliessende Süsswasser ersetzt; es bildete sich brackisches Mischwasser mit dem charakteristischen Cyrenenmergel, und in der letzten Tertiärzeit ein vollständiger Süsswassersee, der sich allmählig ausfüllte und trockenlegte: das jetzige Rheinthal mit dem dasselbe durchfliessenden Rheinstrom und dem Durchbruch bei Bingen zum Meer.

Dabei hat man sich vorzustellen, dass der zur Bildung des Tertiärmeeres und des jetzigen Rheinthales führende Einbruch keineswegs plötzlich, sondern nur sehr allmählig, im Verlauf von Jahrtausenden, vor sich ging und dass dieser Prozess an einzelnen Stellen zu sehr verschiedenen Zeiten und mit verschiedenen Ge-

---

[1] Siehe bei Lepsius „Das Mainzer Becken", Darmstadt 1883 p. 31, 76, 78 u. f.

schwindigkeiten erfolgte. Auch die Absturztiefen sind sehr verschieden. Der Absturz erfolgte in der Weise, dass beiderseits die jetzigen Gebirgszüge des Schwarzwaldes und der Vogesen als Horste stehen blieben und dass sich die diesen vorliegenden Schichten senkten, theilweise ganz in die Tiefe stürzten, theilweise aber auch an den Verwerfungen in höheren Lagehängen liegen blieben, wie dies z. B. auch die zahlreichen noch vorhandenen Ablagerungen des Jura und der Trias zeigen. Jedenfalls hat sich in der Mitte der Einsenkung eine tiefe Furche gebildet, die sich später mit Diluvial- und Alluvialgeröll anfüllte, dessen Tiefe grösstentheils noch nicht ergründet ist. Auch der grösste Theil des Tertiärs, insoweit dasselbe nicht weggewaschen war, ist dadurch bedeckt. Das Rheinthal bildet sonach einen tiefen Graben, in welchen die Gebirgsmassen, die früher Schwarzwald und Vogesen verbanden, eingesunken sind und in dessen Tiefe sich alle Sedimentärschichten, wenn auch stark verworfen und theilweise zertrümmert, wieder finden, die die Elemente der beiderseitigen Gebirgszüge bilden. Auch Tertiärmassen finden sich dabei, wie wiederholte Bohrungen im Rheinthal ergeben haben.

Noch aber herrscht keine Ruhe; die zahlreichen Erdbeben sind Symptome des weiterschreitenden Wechsels in der Gestaltung der Erdoberfläche, neue Senkungen und Faltungen entstehen, neue Hebungen finden statt, und ebenso, wie es nicht ausgeschlossen ist, dass weitere Nachforschungen neue Lager von Bitumen und Petroleum in einzelnen zur Zeit verdeckten tertiären, vielleicht auch in anderen lockeren Gebirgsmassen auffinden lassen, ebenso ist es möglich, dass durch zukünftige Dislokationen und dadurch hervorgerufene gewaltige Gebirgsdrucke neue Petroleumvorräthe aus den noch vorhandenen bituminösen Schichten gebildet werden, die porösen Gesteine durchtränken und dann zu Tage treten.

Erasmus Darwin

von

Dr. Walther May
Privatdozent der Zoologie an der Technischen Hochschule.

Eines der merkwürdigsten Beispiele für die Vererbung geistiger Eigenthümlichkeiten bieten Erasmus und Charles Darwin. Es ist dies Beispiel um so interessanter, als hier die Vererbung nicht vom Vater auf den Sohn, sondern vom Grossvater auf den Enkel erfolgte. Eine kurze Analyse der Werke Erasmus Darwins wird die weitgehende Geistesverwandtschaft zwischen Grossvater und Enkel erkennen lassen. Ehe ich aber zu dieser Analyse übergehe, will ich einige Worte über den Lebensgang des Grossvaters vorausschicken.

Erasmus Darwin wurde im Jahre 1731 auf dem Landgute Elston Hall in der Grafschaft Nottingham geboren. Er studirte Medizin in Cambridge und Edinburg, denselben Universitäten, auf denen später sein grosser Enkel seine theologischen und medizinischen Studien absolviren sollte. Nach Erlangung des Baccalaureats liess er sich in Nottingham als Arzt nieder, da er aber dort keine genügende Praxis erhielt, so siedelte er bald nach Lichfield in der Grafschaft Staffordshire über, wo er ein angesehener und beliebter Arzt wurde. Hier verheirathete er sich auch, und von den fünf Söhnen, die dieser Ehe entsprossen, wurde einer der Vater Charles Darwins. Elf Jahre nach dem Tode seiner ersten Frau verheirathete sich Erasmus zum zweiten Male und nahm dann seinen Wohnsitz in Derby, wo er 1802 im Alter von 71 Jahren starb.

Erasmus Darwin zeigte schon in früher Jugend eine starke Neigung zu dichterischer Thätigkeit und zu mechanischen Künsten, zwei Geisteseigenschaften, die sich nicht auf seinen Enkel vererbt haben. Ueberhaupt sollen beide Männer in mancher Hinsicht sehr verschieden gewesen sein, wie sie sich denn auch in ihren Gesichtszügen nicht glichen. Gemeinsam dagegen war beiden die starke spekulative Ader, die lebhafte Einbildungs-

kraft, die Neigung zum Verallgemeinern und Theoretisiren Doch bestand hier auch wieder der Unterschied, dass bei Charle Darwin diese Neigung viel mehr durch exakte Beobachtungs thätigkeit gezügelt und in Schranken gehalten wurde als be Erasmus Darwin. Charles Darwin vereinigte in sich die lebhaft Einbildungskraft seines Grossvaters und das ausgezeichnete Be obachtungsvermögen, den strengen Thatsachensinn seines Vaters

Der gemeinsame spekulative Zug führte Grossvater und Enkel vielfach zur Behandlung derselben Probleme. Mit Rech konnte Ernst Krause[1], der Biograph des Erasmus, sagen, dass sich jedem einzelnen Werk des Enkels wenigstens ein Kapite in den Werken des Grossvaters an die Seite stellen lässt. Di Behandlungsart war freilich bei beiden oft sehr verschieden, be sonders insofern, als Erasmus Darwin einen grossen Theil seine Ansichten und Lehren in poetische Form gekleidet hat. Gleich sein erstes naturphilosophisches Werk ist ein sogenanntes Lehr gedicht. Es betitelt sich „Der botanische Garten" und zerfällt in zwei Theile, von denen der erste „Die Oekonomie der Vege tation" 1791, der zweite „Die Liebe der Pflanzen" bereits 1789 erschien. Die Veranlassung zu diesem Gedicht war folgende: Erasmus Darwin hatte in einem kleinen, schattigen, von einem Bache durchflossenen Thälchen in der Nähe Lichfields einen botanischen Garten und eine Kaltwasserheilanstalt angelegt. Eine Freundin machte ihn darauf aufmerksam, wie sehr sich dieses Idyll zu einer poetischen Verherrlichung eignen würde. Darwin folgte dieser Anregung und schrieb das erwähnte Ge dicht. Es ist ein Lehrgedicht nach Art des berühmten Werkes von Lucretius Carus „De natura rerum", dem auch das Titel motto entnommen ist. Unter und hinter dem Texte finden sich aber zahlreiche Anmerkungen in Prosa, die das im Gedichte Ge sagte weiter ausführen. Das Werk fand einerseits eine sehr günstige Aufnahme, andererseits forderte es die poetische, natur philosophische und politische Kritik stark heraus. Man spottete über die beschreibende und malende Poesie nicht weniger als

---

[1] Vergl. Ernst Krause, Erasmus Darwin und seine Stellung in der Geschichte der Descendenztheorie. Mit seinem Lebens- und Charakterbilde von Charles Darwin. Leipzig, Ernst Günther's Verlag, 1880. Diesem Buche sind auch die von Becker und Kösting übersetzten poetischen Citate entnommen.

über die originellen naturphilosophischen Ideen, und weil Darwin die französische Revolution in seinem Gedichte verherrlicht hatte, parodirten deren Gegner seine Ansichten in einem Spottgedicht: „The Loves of the Triangles“.

Das Gedicht Darwins beginnt mit einer Einleitung in Prosa, in der der Verfasser seinen naturphilosophischen Standpunkt zu rechtfertigen sucht. „Es mag hier am Orte sein“, schreibt er, „manche der folgenden Vermuthungen über einige Gegenstände der Naturphilosophie im Voraus in Schutz zu nehmen, weil sie nicht durch genaue Untersuchung oder beweisende Experimente unterstützt werden. Indessen sind in den Theilen der Philosophie, wo unsere Kenntniss noch unvollkommen ist, ausschweifende Theorien nicht ohne ihren Nutzen, insofern sie zur Ausführung schwieriger Experimente oder zur Verfolgung geistreicher Schlüsse Muth machen, sei es nun, um sie zu befestigen oder um sie zurückzuweisen.“ Diese geistreichen Worte über die Bedeutung der wissenschaftlichen Theorien erinnern an manche Aussprüche Charles Darwins über denselben Gegenstand.

Der erste Theil des Gedichtes zerfällt in vier Gesänge, in denen die Entstehung und Entwicklung der Welt sowie das Walten der Naturkräfte des Feuers, der Erde, des Wassers und der Luft im Allgemeinen geschildert wird. Der Inhalt entspricht also wenig dem Titel „Die Oekonomie der Vegetation“.

Zunächst erscheint die Göttin der Botanik im botanischen Garten bei Lichfield und stattet dem Genius loci einen Besuch ab. Sie wird von den vier Elementargeistern huldigend begrüsst:

„Sie naht die Göttin! durch die leise Luft
Rauscht ihr Gefährt in Morgenroth und Duft.
Ein jedes Rad umfängt ein blühnder Kranz;
Es strahlet das Geschirr in Seidenblumenglanz;
Die Goldgebisse Blumenkelche säumen,
Und Knospen schwellen auf den rothen Zäumen.
Der Muschelwagen auf die Erde sinkt,
Ein Silberton von Rad und Axe klingt.
Worauf die Göttin ihrem Thron entsteigt
Und göttlich schön im Blüthenfeld sich zeigt.
Des Lenzes Hauch, der Vögel Sängerchor
Fliegt ihr zur Seite, schwebt ihr nach und vor,
Und zu den sanften Tönen ihrer Leier
Singt Wald und Feld der Liebe Frühlingsfeier.

Der Erde Gnomen wecken ihre Tritte,
Sie steigen auf, umtänzeln ihre Schritte,
Die Sylphen nahen fröhlich durch die Lüfte,
Ihr Goldhaar weht, die Flügel fächeln Düfte,
Es tauchen Nymphen aus der blauen Fluth
Und Feuergeister aus des Ostens Gluth.“

Die Göttin wendet sich dann an die vier Elementarg
und schildert ihren Antheil an dem Leben und der Entwicl
der Welt. Der erste Gesang ist an die Feuernymphen, der z
an die Gnomen oder Erdgeister, der dritte an die Wassernym
der vierte an die Sylphen oder Luftgeister gerichtet.

Der Gesang an die Feuernymphen hat die Entstehung
Welt aus dem Urfeuer zum Gegenstand und behandelt ausse
die allgemeinen Erscheinungsformen des Feuers, des Lichtes
der Wärme. Er beginnt mit den Worten:

„Urfeuernymphen! Hehrer Vesta Schaar!
Mit Silberpfeil im goldnen Lockenhaar —
Ihr schwebtet durch des Urweltchaos Nacht,
Dem Licht die Augen öffnend. Froh erwacht
Natur, die junge, dann, als Gottes Liebe
Im finstern Abgrund weckt die Werdetriebe:
„Es werde Licht!“ und des Allmächtgen Wort
Drang durchs erstaunte, nächtge Chaos fort:
Durchs Weltall schiesst erweckt des Aethers Strahl,
Der Stoff ballt sich zu Sonnen ohne Zahl,
Um jede Sonne schwingen sich die Erden,
Und Monde, die in Gluth geboren werden,
Die mit Gewalt geschleudert, weit ab fliegen,
Doch bald sich in elliptsche Bahnen schmiegen.
Nun rollet Welt um Welt und Kreis um Kreis,
Im Gleichgewicht hält jedes sein Geleis,
Den Perlen gleich am lichten Kleidersaum
Der Gottheit, durch den unbegrenzten Raum.“

In gleicher Weise besingt Darwin das Zurücksinken der
in das Chaos:

„Rollt hin, ihr Sterne, messt den Schritt der Zeit,
So lang euch Jugend Glanz und Schimmer leiht,
Doch nah und näher rücket ihr euch leise,
Und immer enger werden eure Kreise.
Blumen des Himmels! ihr müsst auch vergehn,
Den Schwestern gleich, die auf dem Felde stehn.
Vom hohen Himmel Stern auf Sterne fallen,

Auf Sonnen Sonnen und Systeme prallen.
Ihr Licht verlischt, und dunkel stürzen nieder
In eines Chaos Nacht die Sterne wieder.
Doch aus dem Wrack des Weltensturzes steigt
Aufs Neu das Leben, neue Formen zeigt
Natur, die ewge, die auf Flammenschwingen
Dem Weltenbrand sich phönixgleich entringen.“

Der zweite Gesang handelt von der Entwicklung der Erde. e wird aus einem Vulkan der Sonne herausgeschleudert. ch stärkere Reibung an der einen Kraterwand erhält sie ndrehung und sphäroidale Gestalt. Durch Abkühlung entsteht Kern, auf dem sich die Wasser als Urmeer niederschlagen, leichtern Gase bilden eine Atmosphäre. Im Urmeer steigen n auf, dann Kontinente. Der Mond wird aus einem Erdkrater geworfen, erstarrt vollkommen und verliert seine Atmosphäre.

Im dritten Gesang schildert Darwin den Kreislauf und die kungen des Wassers: Wolkenbildung, Quellen, Flüsse, Meer, ser, Gletscher. Hier berührt er bei Besprechung der ver- erten Seethiere zum erstenmal das Thema von der Umwand- der Arten. Es erscheint ihm merkwürdig, dass die meisten ien Seethiere, z. B. die Ammonshörner, nicht mehr lebend, die den nicht fossil gefunden werden. Er fragt daher: „Wurden Ammoniten zerstört, als die Kontinente sich erhoben? Oder gen einige Thiergattungen durch die anwachsende Macht ihrer de unter? Oder leben sie noch heute in unzugänglichen fen der See? Oder wechseln einige Thiere schrittweise ihre talten und werden neue Arten?“

Der vierte und letzte Gesang beschäftigt sich mit den Er- einungen der Luft, den Winden und Klimaten. Die zarten ster der Luft bauen auch den Pflanzenleib auf, und jetzt erst von der „Oekonomie der Vegetation“ die Rede. Die darauf üglichen Erörterungen bilden den Uebergang zu dem zweiten eil des Lehrgedichtes, der „Liebe der Pflanzen“.

Er enthält im Wesentlichen eine Schilderung des Geschlechts- ens der Pflanzen in Einzelgemälden. Dabei werden aber auch, entlich in den Anmerkungen, viele andere Erscheinungen der nzenbiologie erörtert, und diese sind es, die uns hier vorzugs- ise interessiren. Besonders eingehend berücksichtigt Darwin Schutzmittel der Pflanzen gegen schädliche Einflüsse, gegen

Feinde und zudringliche Gäste. Die Wachs- und Harzabsc
ungen der Blätter dienen zum Schutz gegen Kälte und
ätherische Oele und Gifte, Dornen, Stacheln, Borsten und I
haare schützen die Pflanzen vor dem Gefressenwerden
Thiere. „Ein sonderbarer Umstand", schreibt Darwin, „be
die grossen Stechpalmen in Needwood-Forest, sie sind bi
gefähr zur Höhe von 8 Fuss mit dornigen Blättern bew
und haben dann oben kahle Blätter, als wüssten sie, dass
und Rindvieh ihre höheren Zweige nicht erreichen kön
Ferner verhindern die Wasserbecken, die die Blätter der W
karde bilden, und die Leimringe am Blüthenstiel der Pech
das Hinaufkriechen von Insekten:

„O blutge Nelke, sammt den schönen Schwestern,
Mordkundig stellt ihr Schlingen nicht seit gestern!
Habt acht! ihr muntern Völkchen glanzbeflügelt,
Dass ihr die Lust nach jenem Liebchen zügelt,
Wenn jene drei Sirenen euch entzücken,
Mit Worten, Lächeln, Winken euch berücken,
Seid ihr — geleimt! Vergebens eure Waffen!
Der Stacheln, Füsse, Flügel Kraft erschlaffen.
Seid auf der Hut! Sucht schnell euer stilles Heim,
Sonst zahlt mit Leben ihr für Honigseim!" —

Auch die Einrichtungen der insektenfressenden Pfl
zum Fang der Insekten hält Erasmus Darwin für Mittel
den Honig der Pflanzen gegen die Angriffe der Insekte
schützen. Als Beispiele führt er den heimischen Sonne
und die amerikanische Venusfliegenklappe an. Unter dems
Gesichtspunkt betrachtet er die Insektenähnlichkeit
Orchideenblüthen, z. B. der Ophrysarten. Es erklärt sich
Auffassung aus seiner irrthümlichen Meinung, dass die Blü
möglichst auf Selbstbefruchtung angewiesen seien und der
die Bedeutung eines Nahrungs- und Reizmittels für die
schlechtsorgane der Pflanzen habe. Den Nutzen der Inse
für die Kreuzbefruchtung der Blüthen, den später sein E
so überzeugend nachgewiesen hat, erkannte Erasmus Da
noch nicht. Trotzdem war ihm die Anpassung der honigraube
Insekten an die Blüthen nicht unbekannt, und er beschr
genau Bau und Funktion des Rüssels vom Windigschwär
der speziell dazu eingerichtet scheint, den Honig der Geissbl
blüthe trotz der langen Blumenröhre zu erreichen.

Dem Kenner der Werke Charles Darwins wird hier die ıtität der Naturerscheinungen auffallen, mit denen sich ssvater und Enkel beschäftigten. Noch frappirender wird er Umstand, wenn wir die folgenden klaren Auseinanderıngen Erasmus Darwins über die biologische Bedeutung der ben im Thierreiche lesen: „Bei Insekten und vielen kleineren ren tragen ihre Farben dazu bei, sie vor den grösseren, n sie zur Beute dienen, zu verbergen. Raupen, die auf tern weiden, sind allgemein grün, Erdwürmer erdfarben, netterlinge, die Blumen besuchen, sind wie diese gefärbt, el, die sich im Buschwerk aufhalten, haben grünliche Rücken h dem Laube und die Brust hell gefärbt wie der Himmel, urch sie für den Habicht weniger sichtbar werden, mag er über oder unter ihnen daherfliegen. Jene Vögel, die sich unter Blumen aufhalten, wie der Distelfink, sind mit leben Farben geschmückt. Die Lerche und das Rebhuhn haben Farbe der trockenen Vegetation oder der Erde, auf der sie aufhalten. Frösche wechseln ihre Farbe mit dem Schlamm Gewässer, die sie besuchen, und die, welche auf Bäumen n. sind grün. Fische, die im Wasser schwimmen, und valben, die in der Luft schweben, tragen auf dem Rücken Farbe des fernen Grundes und auf der Brust die des ımels. In den kälteren Zonen werden viele Thiere im Winter, lange der Schnee liegt, weiss. Daraus erhellt klar, dass in Farben der Thiere Absicht liegt." —

Ein weiteres, mit dem Darwinismus zusammenhängendes ma, das Erasmus Darwin in seinem Lehrgedicht berührt, ist der rudimentären Organe. Er erwähnt als solche die antherenn Staubblätter mancher Pflanzen und bringt sie in Analogie den Schwingkölbchen der Zweiflügler, die er als Rudimente Hinterflügel betrachtet. Auch die Zitzen an den Brüsten der ınlichen Thiere rechnet er hierher. Alle diese Bildungen sind ı Darwin Merkmale eines in einem langen Zeitraum vorangenen Wechsels der Organismen, wodurch bewirkt wurde, neuen Wegen des Nahrungserwerbs anzupassen. „Vielleicht l", schreibt er, „alle Erzeugnisse der Natur in einem Fortitt zu grösserer Vollkommenheit begriffen — eine Idee, bestigt durch die neuen Entdeckungen und Schlüsse hinsichtder fortschreitenden Bildung der festen Theile unserer Erd-

kugel und entsprechend der Würde des Schöpfers
Dinge". —

Ein zweites Werk des Erasmus Darwin, die Haupta
seines Lebens, erschien in den Jahren 1794—1798 unter
Titel: „Zoonomie oder Gesetze des organischen Lebens". E
ein voluminöses fünfbändiges Buch, das im wesentlichen
Physiologie und Pathologie des Menschen enthält, aber mit :
reichen Ausblicken auf das thierische Leben im Allgeme
So handelt ein Kapitel des ersten Bandes vom Instinkt. Da
sucht hier zu beweisen, dass die sog. instinktiven Handlu
den Thieren nicht durch eine höhere Macht eingepflanzt wu
sondern dass sie durch Uebung, Ueberlegung und Erfah
allmählich erworben worden sind. Gewisse Fähigkeiten, die
Thiere gleich nach der Geburt ausüben können, haben sie be
durch Uebung im Mutterleib erlernt. So die Kälber das Ge
Der Embryo führt im Fruchtwasser Bewegungen aus, die
Schwimmbewegungen ähnlich sind. Das Schwimmen der Ki
ist aber ihrer Art zu gehen ähnlich, daher können sie bald i
der Geburt gehen. Das Schwimmen des Menschen gle
dagegen dem des Frosches und ist von seiner Art zu gehen
verschieden, daher braucht er viele Monate, das Gehen zu le
Auch das Hinunterschlucken der Nahrung lernt der Fo
bereits vor der Geburt, indem er das Fruchtwasser hinabschl

Die meisten Instinkte aber werden erst während des Le
erworben. Dahin gehört z. B. die Furcht der Thiere vor
Menschen. Diese ist nicht eine übernatürliche Eingebung, son
eine durch Erfahrung erworbene seelische Eigenthümlich
Dies geht daraus hervor, dass die Thiere in Gegenden, wo
keine Gelegenheit haben, den Menschen kennen zu lernen, i
keine Furcht vor ihm zeigen, so die Füchse in Sibirien,
Vögel der Falklandsinseln.

Als einen weitern Beweis für die erfahrungsmässige
werbung der Instinkte führt Darwin an, dass die Pferde in
weiten Moorländereien von Staffordshire den Stachelginste
fressen vermögen, indem sie ihn mit einem Vorderfuss so l
stampfen bis die Stacheln gebrochen sind. In den fruchtb
Gegenden aber sind die Pferde nicht dazu im Stande
stacheln ihre Mäuler blutig, wenn sie durch Hunger oder Ei
sinn verleitet werden, Ginster zu fressen.

Auch der Wandertrieb der Vögel ist ein erworbener Instinkt.
n die Wanderungen sind nicht nothwendig und könnten
so gut durch einen Winterschlaf ersetzt werden. Die Vögel
auf ihren Wanderungen denselben Fährlichkeiten ausgesetzt,
die Menschen auf ihren Schifffahrten, und man könnte mit
hem Recht behaupten, die Schifffahrten der Menschen seien
en eines blinden Triebes. Dieselben Vogelarten wandern
einigen Ländern aus, aus andern dagegen nicht.

Von dem gleichen Gesichtspunkt aus ist die Fähigkeit der
l zu betrachten, die geeignetste Jahreszeit zum Eierlegen
rählen. Die wilden Vögel legen ihre Eier im Frühling.
dies aber kein blinder Instinkt ist, ergibt sich daraus, dass
Hausvögel, die jederzeit Nahrung und Schutz finden, ihre
das ganze Jahr hindurch legen.

Nicht weniger sind die Kunsttriebe der Thiere durch Uebung
Erfahrung erworbene Fertigkeiten. Die Nester derselben
lart sind nicht immer von demselben Material und derselben
ı, wofür Darwin zahlreiche, theils selbst, theils von andern
achtete Beispiele anführt. Die vom Menschen aufgezogenen
l sind ungeschickt im Nestbau, weil sie wenig Gemeinschaft
ndern ihrer Art haben. Der Kukuk baut bald ein Nest,
legt er seine Eier in die Nester anderer Vögel. Wäre uns
Geschichte der gesellig lebenden Insekten, der Ameisen,
en und Wespen bekannt, so würden wir finden, dass ihre
ste ebenso allmählich durch Erfahrung und Ueberlieferung
rben wurden wie unsere eigenen Künste. Dass das Honig-
en eine erworbene Fähigkeit ist, geht daraus hervor, dass
nach Barbados gebrachten Bienen nach dem ersten Jahr
ren, Honig zu bereiten, weil sie es nicht mehr für nützlich
iten.

Aus allen diesen Betrachtungen ergibt sich, dass Erasmus
in im Wesentlichen derselben Auffassung über den Instinkt
gte wie später sein Enkel, nur dass er der Erfahrung des
lnen Individuums ein grösseres Gewicht beilegte als der
bten Erfahrung der Generation, die Charles Darwin als
tbedingung für die Entstehung der Instinkte angesehen
n wollte.

Auch dafür, dass der Instinkt nicht unfehlbar ist, führt
mus Darwin Beispiele an. Er erinnert an die Insekten, die

in künstliches Licht fliegen, das sie für Tageslicht halten, an die Fleischfliegen, die durch den Geruch verlockt, ihre an die Aasblume legen, wo dann die ausschlüpfenden J verhungern müssen. —

In dem Kapitel über den Instinkt erörtert Erasmus D noch eine andere Frage, die später von seinem Enkel in besondern Werke behandelt worden ist, nämlich den Aus der Gemüthsbewegungen bei den Menschen und Thieren. leitet ihn hauptsächlich aus den ersten Empfindungen Bewegungen des Neugeborenen ab. Das neugeborene empfindet Freuden und Schmerzen, und mit diesen Empfind sind bestimmte Muskelbewegungen verbunden, eine Verbin die das ganze Leben über bestehen bleibt. Wenn die Empfindung wiederkehrt, wiederholt sich auch dieselbe Bewe die somit zum äussern Ausdruck der Empfindung wird.

Nach diesem Prinzipe erklärt Darwin zunächst den Aus der Furcht. Das Neugeborene kommt aus einem hohen Temper grad plötzlich in einen niedern, es zittert vor Frost, seine wird durch die Kälte bleich, gleichzeitig entleert es Blase Mastdarm. Diese unangenehmen Empfindungen sind verbu mit Furcht vor ihrer Wiederholung. Daher äussert sich s die Furcht durch Zittern, Blässe und Entleerung von Blase Darm.

Aehnlich erklärt sich der Ausdruck des Kummers. Mündung des Thränenganges wird beim Neugeborenen durc verhältnissmässig kalte und trockene Luft und durch unangen Gerüche gereizt, diese unangenehme Empfindung verbindet mit dem Erguss von Thränen. Daher sind Kummer und W zeitlebens verbunden.

Aber die Thränendrüse des Neugeborenen wird auch angenehme Gerüche gereizt, besonders durch den Geruch Muttermilch. Dieser Geruch hat einerseits die zärtliche Nei des Kindes zur Mutter, andererseits den Erguss von Thr zur Folge. Daher sind später zärtliche Liebe und Dankba ebenfalls mit Weinen verbunden.

Auch die Thiere haben Ausdrucksformen für das zärt Vergnügen. Die Lämmer wedeln mit dem Schwanz, die Ka „spinnen". Jene entledigen sich ihrer harten Exkremente, sie zu saugen anfangen durch Hin- und Herbewegen

Schwanzes, daher wird dieses bei ihnen der Ausdruck des zärtlichen Vergnügens. Die Katzen strecken die Pfoten nach der Mutterbrust aus, und indem sie beim Saugen den Athem einziehen, entsteht ein schnurrendes Geräusch. Daher schnurren sie, wenn sie in zärtlicher Stimmung sind, strecken die Pfoten aus und ziehen sie wieder zurück.

Vom „zärtlichen Vergnügen" unterscheidet Darwin das heitere Vergnügen". Dieses äussert sich durch Lächeln. Wenn das Kind saugt, so umfasst es mit dem Mund die Zitze. Durch den Genuss der Milch wird es vergnügt, dann erschlafft der Schliessmuskel des Mundes in Folge Ermüdung, die antagonistischen Gesichtsmuskeln treten in Thätigkeit und bringen Lächeln hervor. Dies ist daher der Ausdruck der Heiterkeit.

Endlich versucht Darwin auch die Empfindung der Schönheit auf dasselbe Prinzip zurückzuführen. Beim Liegen an der Mutterbrust fühlt das Kind eine behagliche Wärme, sein Geruchssinn wird angenehm affizirt durch den Geruch der Milch, sein Geschmackssinn durch den Geschmack der Milch, Hunger und Durst werden gestillt, und der Gefühlssinn wird angenehm erregt durch die Sanftheit und Glätte der Mutterbrust. Gleichzeitig erhält das Kind eine Vorstellung von der gerundeten Form der Mutterbrust, indem es sie mit den Händen umfasst, mit den Lippen berührt, mit den Augen bewacht. Wenn wir daher später ähnliche gerundete oder wellige Formen wahrnehmen, z. B. in einer Landschaft die Wellenform der sich erhebenden und wieder abfallenden Oberfläche oder in einer antiken Vase, einer Statue oder irgend einem andern Werk des Pinsels oder Meissels, so empfinden wir ein Wohlbehagen, das alle unsere Sinne affizirt, und wir nennen den Gegenstand „schön". —

Den Ausdruck der Gemüthsbewegungen betrachtet Erasmus Darwin als das erste Verständigungsmittel der Thiere untereinander, als die erste Sprache. Aus dieser natürlichen Sprache ist die künstliche Sprache des Menschen erst allmählich entstanden. Aber auch viele Thiere, namentlich die gesellig lebenden, besitzen eine künstliche Sprache. Darwin führt verschiedene Beispiele dafür an.

Die mütterliche welsche Henne versteckt sich beim Anblick eines Hühnerhabichts ins Gras. Ihre Jungen thun aus Nachahmung dasselbe. Bei dieser Handlung stösst die Mutter einen

gewissen Laut aus. Wenn die Jungen nachher diesen
hören, auch ohne dass sie die Mutter sehen, so wissen sie,
er zu bedeuten hat und ducken sich ins Gras. Dass dies
natürliche, sondern eine künstliche Sprache ist, scheint D
daraus hervorzugehen, dass eine Henne diese Sprache mit gle
Leichtigkeit jungen Enten lehrt, die sie aus untergescho
Eiern ausgebrütet hat.

Auch das Bellen der Hunde ist wahrscheinlich eine k
liche Sprache. Denn nach Berichten von Reisenden bellten
Hunde auf der Insel Juan Fernandez nicht, erst als man e
europäische Hunde unter sie brachte, fingen sie an, diesen
zuahmen, aber anfangs auf eine besondere Art, als ob sie e
lernten, was ihnen nicht natürlich war. Nach Linné bellen
Hunde in Südamerika die Fremden nicht an. Die nach G
gebrachten Hunde sollen nach drei bis vier Generationen
bellen aufhören und bloss heulen wie die eingeborenen H

Von demselben Gesichtspunkt aus ist der Gesang der V
zu beurtheilen. Junge Nachtigallen, die unter andern Vö
ausgebrütet sind, sollen nicht eher singen, als bis sie durch
Gesellschaft anderer Nachtigallen unterrichtet sind. —

Im zweiten Band der „Zoonomie" interessirt uns beson
das Kapitel „Von der Erzeugung". Erasmus Darwin erö
darin zunächst die Rolle der beiden Geschlechter bei der
wickelung des Foetus und nimmt Stellung zu dem berüh
Streit der Spermatiker und Ovulisten. Er glaubt mit
Spermatikern, dass der männliche Samenfaden allein den Em
darstellt, das weibliche Ei dagegen nur zur Ernährung
Embryos dient. Diese Idee sei schon allegorisch in der Erzäh
der Bibel von der Bildung der Eva aus einer Rippe des A
angedeutet.

Konnte sich Darwin in Bezug auf diese Frage dem Ein
seiner Zeit nicht entziehen, so nimmt er dagegen in Bezug
ein anderes, damit in Zusammenhang stehendes Problem
sehr fortgeschrittene Stellung ein. Er wendet sich in eingehe
Kritik gegen die damals noch herrschende Praeformationsle
nach der der künftige Organismus im Samen oder Ei ber
vollständig vorgebildet sein sollte. Er weist vor allem auf
grossen Veränderungen hin, die die thierische Form erfä
Der Organismus der Thiere durchläuft vor der Geburt

erschiedenartigsten Stufen, er erleidet nach der Geburt die edeutungsvollsten Umwandlungen. Die Metamorphosen der sekten und Frösche sind äusserst mannigfaltig. Durch omestikation werden die verschiedensten Rassen der Pferde, unde, Rinder, Kaninchen und Tauben erzeugt. Klimatische influsse verändern den Pelz vieler Thiere, so dass sie im ommer und Winter ein verschiedenes Kleid tragen. Die Art er Thätigkeit verändert den Menschen; Schmiede, Weber, ortechaisenträger sind an der Bildung ihrer Glieder zu erkennen. lle diese grossen Veränderungen der thierischen Form würden nmöglich sein, wenn der Organismus nur durch Ausdehnung on Keimen entstünde, die wie die Becher eines Taschenspielers einandergeschachtelt sind. Sie lassen sich nur durch Neu-ildung, durch Epigenesis erklären.

Erasmus Darwin denkt sich den ersten Anfang der embryo-alen Entwicklung als ein einfaches lebendes Filament. Dieses iegt sich zu einem Ring zusammen, der nährende Partikel auf-immt und so zu einer lebenden Röhre wird. Diese bildet dann ach und nach die verschiedenen Organe. Wenn man die grosse Aehnlichkeit des inneren Baues bei allen warmblütigen Thieren, ei Säugethieren, Vögeln und Amphibien bedenkt, so kann man ich des Schlusses nicht enthalten, dass sie alle auf ähnliche Art us einem einzigen lebenden Filamente entstanden sind. Bei inigen hat dieses Filament Hände und Finger erhalten, bei ndern Krallen, bei andern Schwimmhäute, bei noch andern ganze der gespaltene Hufe. Bei den Vögeln hat es Flügel gebildet tatt der Arme und Federn statt der Haare. Bei manchen Thieren bildet es Hörner statt der Zähne im vordern Theil der bern Kinnlade, bei andern Hauzähne, bei noch andern Schnäbel. Alles dies geschieht in derselben Weise wie aus der kiemen-thmenden Quappe der lungenathmende Frosch wird.

Dieselben Gründe, die Darwin für die Epigenesis anführt, acht er auch für die allmähliche stammesgeschichtliche Ent-ickelung zunächst der warmblütigen Thiere geltend. Mit welcher Klarheit er fünfzehn Jahre vor Lamarck den Grundgedanken der Descendenztheorie entwickelte, geht aus folgenden Sätzen hervor: „Denkt man nun nach diesem über die grosse Aehnlichkeit der Bauart der warmblütigen Thiere nach, bedenkt man die grossen Veränderungen, die sie vor und nach der Geburt leiden, erinnert

man sich, in welch einem geringen Zeittheilchen manche
oben beschriebenen Veränderungen der Thiere vorgegangen
sollte es dann wohl zu kühn sein, sich vorzustellen, dass in
grossen Zeitraum, seitdem die Erde existirt hat, viell
Millionen Zeitalter vor dem Anfang der Geschichte des Mens
sollte es wohl zu kühn sein, sich da vorzustellen, dass
warmblütigen Thiere aus einem einzigen lebenden Filan
entstanden sind, das die erste grosse Ursache mit Anim
begabte, mit der Kraft neue Theile zu erlangen, begleitet
neuen Neigungen, geleitet durch Reizungen, Empfindungen, W
und Assoziationen und das so die Macht besass, durch seine
eingepflanzte Thätigkeit sich zu vervollkommnen, diese Ver
kommnungen durch Zeugung der Nachwelt zu überlie
Eine Welt ohne Ende!"

Darwin bleibt aber bei der Anwendung der Abstammu
lehre auf die warmblütigen Thiere nicht stehen. Es sche
ihm genügende Gründe vorhanden, dass auch die kaltblüt
Thiere, die Fische, ferner die Insekten und Gewürme, ja s
die Pflanzen aus demselben lebenden Filamente entstanden s
Es gibt Uebergangsformen zwischen den kaltblütigen und wa
blütigen Thieren, die von beiden etwas gemein haben, wie W
fische, Robben und Frösche. Die Insekten erleiden im L
ihres Lebens Aenderungen, die untereinander noch verschied
sind als ihre Abweichungen von den warmblütigen Thieren.
Würmer unterscheiden sich durch die Einfachheit ihres B
von den übrigen Thieren, dieser kann aber nicht als Grund e
gesonderten Ursprungs angeführt werden. Die Pflanzen end
betrachtet Darwin gewissermassen als Thiere niederer Art,
er bereits in einem früheren Kapitel der Zoonomie „
vegetabilischen Leben" zu beweisen versucht hatte.

Er vergleicht dort das System der Wurzeln mit dem Sys
der Milchgefässe, die Saftgefässe im Frühjahr mit den Gefä
des Mutterkuchens, die Blätter der Landpflanzen mit den Lun
die Blätter der Wasserpflanzen mit den Kiemen, die Samen
den Eiern der Thiere. Staubbeutel und Narben sind wa
Thiere, an ihrem Mutterstamm wie Korallenpolypen befest
sie haben eigene Bewegungen, fühlen die Leidenschaft der Li
indem sie sich zur Zeit der Befruchtung einander nähern
werden wie Bienen und Schmetterlinge durch Honig ernäl

Bäume sind mit Thierstöcken zu vergleichen, ein Baum ist
Anhäufung von vielen lebenden Knospen wie ein Korallen-
k eine Anhäufung von vielen lebenden Polypen. Die ver-
denen Sekretionen der Pflanzen, wie Harz, Wachs, Oel
len in derselben Weise erzeugt, wie die Sekrete der thierischen
sen. Die Pflanzen können wie die Thiere durch Reizungen
Bewegungen veranlasst werden, so die Sinnpflanze, die Venus-
enfalle, die Staubblätter der Berberitze. Sie besitzen auch
gen Grad von Willenskraft, wie aus ihren Schlafbewegungen
orgeht, denn der Schlaf besteht in einem zeitweisen Auf-
n der Willenskraft. Auch die ringelförmige Bewegung der
ten des Weinstocks und anderer rankender Pflanzen sowie
Bestreben der Pflanzen, sich nach dem Lichte zu kehren,
isen die Existenz eines vegetabilischen Willens. Ja, sogar
esorgane und Nerven dürfen den Pflanzen nicht abgesprochen
len. Sie haben Organe zur Unterscheidung der verschiedenen
le von Wärme, Licht und Feuchtigkeit, an den Wurzeln
Art von Geschmacksorgan und selbst ein Geruchsorgan.
halb müssen sie auch Ideen von manchen Eigenschaften der
t ausser sich und von ihrer eigenen Existenz haben.

So abenteuerlich diese Ansichten Erasmus Darwins auch
ethem erscheinen mögen, so lässt sich doch eine gewisse
logie mit modernen Ideen und speziell mit solchen Charles
wins nicht verkennen. Dieser wurde durch seine Forschungen
r das Bewegungsvermögen der Pflanzen und über insekten-
sende Pflanzen zu ähnlichen Ansichten über das vegetabilische
lenleben geführt wie sein Grossvater. Am Schluss seines
kes über das Bewegungsvermögen der Pflanzen meint er, es
unmöglich von der Aehnlichkeit zwischen den Bewegungen
Pflanzen und denen der niederen Thiere nicht überrascht
sein. Die Spitze des Würzelchens vergleicht er geradezu mit
Gehirn der Thiere. In einem Brief an Decandolle spricht
von der Freude, die es ihm immer mache, die Pflanzen auf
organischen Stufenleiter zu erheben. Und an den Botaniker
ker schrieb er: „Ich werde zu der Ansicht geführt, dass
sera diffundirte Substanz in organischem Zusammenhang be-
en muss, nahe analog der Nervensubstanz der Thiere.“

Diese innige Verwandtschaft zwischen pflanzlichen und
rischen Organismen war es, die Erasmus Darwin veranlasste,

für beide einen gemeinsamen Ursprung anzunehmen, alle lebe
Wesen als verschiedene Stufen einer grossen Entwickelungsı
aufzufassen. Er begnügte sich aber nicht damit, die h
Existenz dieser Entwickelung zu beweisen, sondern suchte
die Ursachen der stammesgeschichtlichen Veränderungen zu
gründen. Er sieht diese in drei grossen Strebungen der Organis
dem Verlangen nach dem ausschliesslichen Besitz eines Weibcl
dem Verlangen nach Nahrung und dem Verlangen nach Sicher

Durch das Verlangen nach dem ausschliesslichen B
eines Weibchens erlangten einige Thiere Waffen für den
schlechtlichen Kampf, so der Eber eine dicke hornige Haut
den Schultern und Hauer im Maule, der Hirsch ein Gev
scharf zum Verwunden und gegabelt zur Abwehr der Stösse
Gegners, der Hahn Sporen an den Füssen. Die Endursache
mit diesen Waffen geführten geschlechtlichen Kämpfe schein
sein, dass das lebhafteste und stärkste Männchen die Art f
pflanzt, die dadurch verbessert wird.

Durch das Verlangen der Thiere nach Nahrung entstan
solche Organe, die dem Nahrungserwerb dienen, so die h
Nase des Schweines zum Wühlen, der Rüssel des Elephan
um die Zweige niederzubiegen, die rauhe Zunge des Hornv
zum Abstreifen des Grases, die starken Schnäbel der Papag
zum Aufbeissen der Nüsse, die langen Schnäbel der Schne
zum Durchbohren der sumpfigen Erde, die breiten Schnäbel
Enten zum Durchseihen des Wassers. Alle diese Dinge schei
mehrere Generationen hindurch nach und nach durch das
ständige Bestreben der Kreatur, dem Nahrungsbedürfniss zu
nügen, gebildet worden zu sein und sich mit beständiger V
besserung auf die Nachkommen fortgepflanzt zu haben.

Durch das Streben nach Sicherheit endlich entstanden
langen Hinterläufe des Hasen, die Flügel der Vögel und Fle
mäuse, die harten Panzer der Schildkröte, die Schalen der S
igel, die Schutzmittel der Blüthen gegen Honigraub, die sym
thischen Färbungen, überhaupt alle Organe zur Flucht,
Schutz und Trutz.

Es geht aus diesen Ausführungen hervor, dass Erasn
Darwin das Selektionsprincip, das sein Enkel zur Erklärung
Artumwandlungen aufstellte, noch nicht erkannte. Doch war
sich der Bedeutung des Kampfes ums Dasein, des wichtigst

tors der Selektion, bereits bewusst. In seinem im Jahre 1800 hienenen Werk „Phytologie oder die Philosophie des Feld- Gartenbaues", das gewissermassen eine Ergänzung zur onomie" bildet und eine umfassende Darstellung der Land- Gartenwirthschaft enthält, sagt er in Bezug auf diesen Punkt: : stärkeren schnellen Thiere verschlingen die schwächeren : Gnade und Barmherzigkeit. Solcher Art ist die Lage der nischen Natur, deren erstes Gesetz in den Worten aus- ückt werden könnte: friss oder werde gefressen, wodurch sie m grossen Schlachthaus oder einem ungeheuren, alles um- nden Schauplatz von Gefrässigkeit und Ungerechtigkeit ich erscheint. Wo finden wir eine wohlwollende Idee, die inmitten so vielen anscheinenden Elends trösten könnte?" diese Frage antwortet Darwin: „Raubthiere überfallen und en weit leichter die Alten und Schwachen, die Jungen werden h ihre Eltern vertheidigt .... durch diese Einrichtung hst das Lustgefühl in der Welt .... alte Organisationen den in junge umgewandelt." —

In poetischer Form hat Erasmus Darwin seine entwickelungs- retischen Ansichten noch einmal zusammengefasst in seinem rgedicht „Der Tempel der Natur oder der Ursprung der Ge- chaft", das kurz nach seinem Tode, im Jahre 1803, erschien. beginnt mit einer Vertheidigung der Lehre von der Urzeugung:

> „Gehorsam nur dem eignen Triebe: Werde!
> Wächst elternloses Leben aus der Erde."

Aber nur für die niedersten Organismen ist eine solche Ur- gung anzunehmen:

> „Zuerst gebar das küstenlose Meer
> Der niedern Wesen unermesslich Heer,
> In Perlenhöhlen, mikroskopisch klein,
> Auf schlammgem Grunde regt sichs zart und fein;
> Durch Reihen von Geschlechtern blühn sie dann
> Zu neuer Kraft und Gliederpracht heran,
> Und Wesen ohne Zahl daraus entspringen,
> Mit Blättern, Flossen, Füssen oder Schwingen."

Diese allmähliche Entwickelung der Lebewelt und ihre An- sung an die verschiedenen klimatischen Verhältnisse wird im iten Gesang des Gedichtes geschildert.

Der dritte Gesang behandelt die Entwickelung des me
lichen Geistes, als deren Hauptmoment Darwin die Ausbil
der Hand zum Greiforgan ansieht:

„Der stolze Mensch am schwächsten wird geboren,
Hat scharfe Augen nicht, noch feine Ohren,
Noch Hörner auf dem Haupt, noch Federpracht,
Doch ihm ersetzt Vernunft der Andern Macht.
Der Himmel gab ihm Feingefühl der Hand,
Ein solcher Sinn ist keinem Thier bekannt."

Ein anderes wichtiges Moment ist der Nachahmungs
dem Kunst, Sprache, Wissenschaft und Moral ihren Ursp
verdanken:

„Ideen, klar durch Aug und Hand gewonnen,
Ziehn schnell das Herz in Leiden oder Wonnen,
Worauf Nachahmungstrieb, die listge Macht,
Die alles Aeussre nachbildet, erwacht,
Und ruhlos thätig schenkt der Welt zumal
Sie Kunst und Sprache, Wissen und Moral."

Als das Grundprincip der Moral betrachtet Darwin
Nächstenliebe:

„Hoch schrieb Natur ob ihres Tempels Pforte
In goldnen Lettern diese heilgen Worte:
Stets hilfsbereit bei fremdem Unglück thu,
Was dir gethan einst wünschen könntest du!
Weit Winde, tragt dies göttliche Gebot,
Folgt, Völker, Herrscher, ihm in Freud und Noth."

Auch auf die niederen Kreaturen will Darwin dies Gebot
gedehnt wissen, wie aus seiner kleinen Schrift über Erzieh
hervorgeht, Dort sagt er: „Mitgefühl oder Sympathie für
Leiden Anderer sollte aber auch auf die gemeinen Kreat
ausgedehnt werden, auch Insekten muthwillig zu vernichten, z
von einem rücksichtslosen Sinn oder einem verhärteten Herz
Wer denkt bei diesen Worten nicht an die Erzählung
Enkels, dass er als kleiner Junge eine Zeit lang nur tote
sekten gesammelt habe, weil er es für sündhaft hielt, die Th
des Sammelns wegen zu tödten!

Der vierte und letzte Gesang des Darwinschen Lehrgedic
behandelt wieder den Kampf ums Dasein und seine ethis
Bedeutung:

„Luft, Erd und Meer — falls tief zu schaun es gilt —
Sind nur Ein Grab, Ein weites Blutgefild.
Der Hunger kämpft, die Todespfeile fliegen
Im Schlachthaus Welt, wo alle sich bekriegen.
Ja, Flora selbst, die heitre, kann nicht siegen
Ohn wilden Streit, dem Tausende erliegen,
Das Kraut, der Strauch, der Baum aufstrebend ringen
Nach Luft und Licht, sich unterdrückend dringen
Sie himmelwärts; hinab die Wurzel streben,
Um feuchte Nahrung kämpfend für ihr Leben.
Als Schmeichlerin umstrickt des Epheus Ranke
Den Baum, den sie erstickt, die geile, schlanke.
Vom Mancinella träufelt giftger Thau
Und fällt versengend nieder auf die Au.
Hoch streben Stengel auf mit schattgem Laub,
Streun Mehlthau auf das Korn und giftgen Staub,
Und unersättlicher Insekten Horden
Die holde Blüthe sammt der Knospe morden".

Doch ohne diesen Kampf ums Dasein würde jede einzelne sich ins Unendliche vermehren:

„Würd der Vermehrung einer Art nichts wehren,
Bald fehlt ihr Raum in Ländern, Luft und Meeren".

Versöhnend wirkt hier nur der Gedanke, dass aus dem ...ergehenden, Schwachen und Alten immer neues, frisches ...en hervorspriesst:

„Die hohen Berge, die das Land umkränzen,
Felsinseln, Riffe, die das Meer begrenzen,
Der Sand selbst auf der weiten Wüste Brust
Sind Monumente vorger Lebenslust.
Kündets der Welt! Wie die Erzeugungskraft,
Den Tod besiegend, neues Glück erschafft,
Wies Leben überall sich mehrt mit Macht,
Natur der Zeit Zerstörungskraft verlacht.
Schreibts hoch mit goldnen Lettern: Diese Welt
Ist ihres gütgen Schöpfers Ruhmeszelt". —

Durch diese Uebersicht über Erasmus Darwins Werke glaube gezeigt zu haben, dass sich viele bedeutungsvolle Anklänge die Arbeiten seines Enkels darin finden. Diese Thatsache ...heint um so interessanter, als sich kein direkter Einfluss der ...rke des Grossvaters auf die Geistesrichtung des Enkels nach...sen lässt. Charles Darwin hat zwar in seinem sechzehnten ...r siebzehnten Lebensjahr die Zoonomie seines Grossvaters

gelesen, aber ohne dass sie irgend eine Wirkung auf ihn geä
hätte, obgleich er damals das Buch sehr bewunderte. Als
aber nach zehn bis fünfzehn Jahren wieder las, war er
enttäuscht, weil ihm das Missverhältniss zwischen den Thatsa
und der Spekulation darin allzu gross erschien. Wenn
haupt ein Einfluss durch die Zoonomie stattgefunden ha
kann dieser nur ein ganz allgemeiner gewesen sein. Gän
ausgeschlossen ist, dass Charles Darwin durch die Lektüre
Zoonomie zu irgend einer seiner speziellen Untersuchungsre
angeregt worden ist. Denn es lassen sich für alle seine U
suchungen besondere Veranlassungen nachweisen, die weit ablie

Viel grösser als der unmittelbare Einfluss der Werke
Grossvaters auf den Enkel war wohl die vererbte Neigung
Beschäftigung mit naturphilosophischen Problemen. Wir h
hier ein ausgezeichnetes Beispiel für das Gesetz der un
brochenen oder latenten Vererbung. Natürlich wird das Verdi
Charles Darwins durch die Anticipationen seines Grossva
nicht im mindesten geschmälert. Erasmus Darwin wäre
heute ziemlich vergessen, wenn nicht sein Enkel sein E
angetreten und es erworben hätte gemäss dem Worte Goeth

„Was du ererbt von deinen Vätern hast
Erwirb es, um es zu besitzen“.

Bericht

über die

handlungen der ersten internationalen seismologischen Konferenz in Strassburg

von

Dr. K. Futterer

Professor an der Technischen Hochschule
d Vorstand der Erdbebenkommission des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe.

In Strassburg fanden vom 11.—13. April die Sitzungen der ersten Konferenz der permanenten seismologischen Kommission des VII. internationalen Geographentages (1899) statt, zu denen die Kaiserliche Reichsregierung einen Vertreter entsandt hatte, und an welchen ausser zahlreichen deutschen Mitgliedern Russland, Ungarn, Oesterreich, Dänemark, Italien, Schweiz, Belgien und Japan durch Delegirte vertreten waren.

Von verschiedenen anderen Forschern auf seismologischem Gebiete, welche an der Versammlung nicht theilnehmen konnten, waren Begrüssungsschreiben und Erklärungen zum Programm eingelaufen.

Die Erdbebenkommission des hiesigen Naturwissenschaftlichen Vereines war durch ihren Vorstand, Professor Dr. Futterer und Herrn Professor Leutz vom Realgymnasium, der im Besonderen die auf der Erdbebenhauptstation aufgestellten Instrumente zu studiren vorhatte, mit Beistimmung der Grossh. Regierung in Strassburg vertreten.

Schon im Jahre 1899 war von Professor Dr. G. Gerland ein von einer Anzahl von bedeutenderen deutschen Geographen mitunterzeichneter Aufruf zur Gründung einer „Internationalen seismologischen Gesellschaft“ ergangen, deren Begründung und Berathung der Statuten, nachdem viele Beitrittserklärungen aus allen Ländern erfolgt waren, einen Hauptgegenstand der Berathungen in Strassburg bildete; ausserdem waren die Vorträge über die Organisationen der Erdbebenforschungen in den verschiedenen Ländern, die eine solche schon längere Zeit besitzen und unter denen Italien und Japan an der Spitze stehen, sowie die Mittheilungen über die Erfahrungen mit den verschiedenen Konstruktionen von seismographischen Apparaten von grösstem Interesse und Werthe.

Es würde zu weit führen, auf Alles einzugehen, was währen der sechs abgehaltenen, die Vor- und Nachmittage füllende Sitzungen verhandelt wurde; ein ausführlicher Bericht und di Veröffentlichung der Protokolle wird von Seiten der Kaiserliche Hauptstation für Erdbebenforschung in Strassburg in nicht ferne Zeit erfolgen. Hier mögen nur einige der wesentlichsten Punkt hervorgehoben werden.

Zunächst wurde nach der Begrüssung der Konferenztheil nehmer durch den Direktor der Kaiserlichen Hauptstation und nac vollzogener Wahl der Geschäftsleitung eine Spezialkommission fü den Statutenentwurf der internationalen seismologischen Gesell schaft eingesetzt, deren Vorschläge in einem revidirten Entwurf zusammengefasst und am letzten Sitzungstage im wesentliche unverändert und einstimmig angenommen wurden.

Als Zweck der Gesellschaft ist die Förderung aller Aufgabe der Seismologie bezeichnet, die nur durch das Zusammenwirke zahlreicher, über die ganze Erde vertheilter Erdbebenstatione gelöst werden können. Als Mittel dazu dienen Beobachtunge nach gemeinsamen Grundsätzen, periodische Konferenze und die Errichtung einer Centralstelle für die Sammlung un zusammenfassende Bearbeitung der Beobachtungsresultate. De Name der Vereinigung wird nicht mehr „Internationale seismologisch Gesellschaft", sondern „Internationale seismologische Asso ciation" lauten und der Beitritt als Mitglieder ist für die Leite der Erdbebenstationen und Institute, die an der Erdbeben- forschung Interesse nehmen, an die Bedingung gebunden, gewisse Beobachtungsresultate in dem für die Zusammenfassung verein- barten Umfange und nach verabredetem Schema regelmässig a die Centralstelle zu senden.

Die Vertreter der Stationen und Erdbebenkommissione sowie die übrigen Mitglieder der Association treten als General versammlung, die im Anschluss an den internationalen Geographen kongress stattfinden soll, zusammen. Ein mit der ständige Leitung betrauter Ausschuss besteht aus 5 Mitgliedern, die i der Generalversammlung zu wählen sind, verschiedenen Natione angehören müssen und auch den Leiter der Centralstelle ein begreifen. Der Generalsekretär dieses Ausschusses erstattet i jeder Generalversammlung einen Bericht über die Kasse und übe die Lage der Association. Für die Einzelberathung der Statute

ll eine Versammlung der Delegirten der Staaten, die sich dazu reit erklären, zusammentreten. Der Vertreter des Kaiserlichen ichsamtes des Innern, Herr Geh. Regierungsrath und vorgender Rath im Ministerium des Innern, erklärte als Kommisr der Reichsverwaltung, dass die Regierung grossen Antheil der Gründung dieses internationalen Unternehmens nimmt und ss sie durch das auswärtige Amt allen Staaten Mittheilung von r Konferenz gemacht und um Entsendung von Delegirten ercht habe. Auch die Beschlüsse dieser Konferenz sollen den swärtigen Staaten mitgetheilt werden und die Vertreter der zelnen Staaten, selbst wenn sie nicht als offiziell beauftragte legirte auf der Konferenz erschienen, sollen ihre Regierungen er die Zwecke und Beschlüsse derselben informiren, um deren ätige Beihilfe zu erlangen. Eine von der Centralstelle ausarbeitende Denkschrift, welche Beiträge der Leiter seismologischer stitute und Erdbebenkommissionen enthält, soll aufklären arüber, was in jedem einzelnen Lande zu thun nöthig ist. Auf ntrag von Professor Forel (Lausanne) wird ferner einstimmig schlossen, dass das deutsche Reich ersucht werden soll, die führung zu übernehmen und dass die Strassburger Kaiserliche Erdbebenhauptstation beauftragt werde, die Centralstelle zu bilden.

Dieser für die deutsche Forschung sehr ehrenvolle, einstimmige Beschluss wurde noch erweitert durch die Erklärung, dass alle ll anwesenden Mitglieder sich bereit erklärten, die Centralstelle u unterstützen.

Die auf dem internationalen Geographenkongresse 1899 gegründete, permanente Kommission, die 28 Mitglieder zählte, löst sich nach den gefassten Beschlüssen auf und es wird, um die Verbindung mit dem internationalen Geographenkongress zu erhalten, eine neue Kommission gewählt, die aus den Mitgliedern:

Professor F. A. Forel, Morges bei Lausanne,
Geh. Regierungsrath Professor Dr. Helmert, Potsdam,
Oberbergrath Ed. von Mojsisovics, Wien,
Professor Dr. Lewitzky, Dorpat (Jurjew),
Direktor Palazzo, Rom und
Professor Dr. Gerland, Direktor der Kaiserlichen Hauptstation für Erdbebenforschung, Strassburg

bestehen soll.

Schon in der Begründung der vorläufigen Statuten der
bildenden internationalen Gesellschaft hatte Professor Gerl
betont, dass die Selbständigkeit der einzelnen seismologisc
Institute und Organisationen ganz unberührt bleiben soll; in
Centrale soll nur das Material in eine einheitliche Form gebra
vollständig gesammelt und allgemein der Erdbebenforschung
gänglich gemacht werden. Kleine, lokale Erdbeben ohne all
meineres Interesse können nur in ihren Elementen von
Centralstation in den Berichten wiedergegeben werden; es bl
aber den einzelnen Stationen überlassen, für das eigene L
die weitere Kreise im Lande interessirenden, lokalen Erdbe
in besonderen ausführlichen Berichten darzustellen.

Der Association erwachsen folgende ständige Ausgaben,
durch Beiträge der sich betheiligenden Staaten zu decken wär
Die Entschädigung für den Generalsekretär, die Kosten
Publikationen und für wichtige Forschungen, ferner die
Errichtung von Stationen in uncivilisirten Ländern nöthigen Mitt

Die Publikationen der Centralstelle sollen in Jahresbericht
erfolgen, die auf den in viertel- oder halbjährigen Abständ
einzusendenden Berichten der einzelnen Beobachtungsstation
beruhen; die Uebersicht soll nach der Zeitfolge der Er
beben gegeben werden; wo es möglich ist, soll auch ei
Zusammenstellung der in bestimmten, durch die besonder
geologischen Verhältnisse charakterisirten Arealen auftretend
Erdbeben gegeben werden. Die Centralstelle soll auch i
Augenmerk auf die Konstruktion neuer, und die Verbesseru
schon vorhandener Apparate richten, vor Allem aber darauf hi
wirken, dass einheitliche Beobachtungsmethoden auf allen Station
über die ganze Erde zur Anwendung kommen, da dadurch d
Vergleichbarkeit der Resultate allein ermöglicht wird.

Speciell für die mikroseismischen Forschungen müssen hoc
empfindliche, von eigenen Schwingungen möglichst freie Instr
mente mit grosser Schwingungsdauer verlangt werden. Die For
bewegung des Registrirpapieres ist möglichst einheitlich zu wähle
und das Triebwerk soll von der Zeitmarkirung unabhängig sei
Die Korrektion der Normaluhr soll immer bis auf etwa 1 Sekund
bekannt sein. Ein Schema ist entworfen, das für alle einzu
tragenden Daten Rubriken enthält; die Centralstelle sammelt dies
Berichte und fasst sie chronologisch nach Erdbeben gesonder

mmen, wobei die Stationen von der Länge 0 (Greenwich) aus
Osten vorgehend aufgeführt werden sollen.

Wie die Seismographen gleichartig sein sollen, so sind auch
Beobachtungen auf den 0-Meridian und die Zeit von Greenwich
beziehen, und auch die astronomische Zeiteintheilung, die von
Uhr Mittags bis zum andern Mittag von 0 Uhr bis 24 Uhr
zählt, soll in den Berichten der Einzelstationen an die
trale, um dieser die zeitraubenden Reduktionsarbeiten zu
aren, angewandt werden; die einzelnen Stationen können
alb doch für sich bei der bürgerlichen Zeiteintheilung des
es bleiben, soweit ihnen das zweckmässig erscheint.

Es können naturgemäss nicht alle Stationen gleichmässig mit
en Instrumenten Beobachtungen machen; für die Untersuchung
Fernbeben genügen weit auseinander liegende, mit hoch-
findlichen Instrumenten ausgerüstete Stationen in geringer
l; während für lokale Schüttergebiete mehr Stationen nöthig
, die aber einfachere Instrumente führen können, die nur
e Zeit des Eintrittes, Dauer und Intensität einer Erschütte-
g angeben müssen. Solche Stationen zweiten Ranges haben
die Vorgänge bei lokalen Schüttergebieten eine hohe Bedeu-
, aber leider ist die Frage nach der geeigneten Einrichtung
elben mit Instrumenten viel schwieriger zu lösen, als für die
achtung der mikroseismischen Bewegungen, für deren Re-
rirung ausgezeichnete, aber theure Instrumente zur Verfügung
en, die keiner wesentlichen Umgestaltung mehr bedürfen.
für müssen auch noch weitere Erfahrungen gesammelt und
eignete Seismometer konstruirt werden, und auch das soll zum
beitsgebiete der Centralstation gehören.

Waren das im Wesentlichen die Resultate bei den der
onstitution und den allgemeinen Aufgaben der Association ge-
dmeten Berathungen, so hatte für die deutschen Mitglieder die
tzung die höchste Bedeutung, welche der Regierungskommissar
r Reichsregierung für die Vertreter der deutschen Staaten auf
n Abend des zweiten Verhandlungstages zusammenberufen hatte.

In einer vom Kaiserlichen Reichsamt des Innern schon früher
ranlassten, dem Reichstage vorgelegten Denkschrift waren die
sten Vorschläge über die Gründung einer Erdbebenhauptstation
in Strassburg i. E. enthalten, die als Grundlage für die weitere
Ausgestaltung dienen; in derselben war ausgeführt, dass eine

grössere Anzahl von Stationen in den verschiedenen The
Deutschlands errichtet werden soll, dass Stationen erster Ordn
mit mehreren und hochempfindlichen Instrumenten an geeign
Punkten errichtet, und in den dazwischen gelegenen Gebi
Beobachtungen mit einfacheren Seismometern vorgenommen wer
sollten. In jedem Lande sollen die Berichte an einer Ha
station gesammelt, auf die von der Internationalen Associa
gewählten Grundwerthe reducirt, und der Centralstation am E
jedes Jahres eingesandt werden. Der Vorschlag der Kaiserlic
Regierung in Uebereinstimmung mit dem Kultusministerium,
Kuratorium für die Centralstation in Strassburg einzusetzen,
dem alle deutschen Bundesstaaten vertreten und ein Mal
Jahre zusammenkommen sollen, um den Zusammenhang zwisc
den einzelnen Staaten zu festigen, wird lebhaft begrüsst; es w
ferner der Direktor der Centralstation in Strassburg beauftr
eine Denkschrift über die Organisation der Erdbebenforsch
in Deutschland auszuarbeiten, zu denen die Vertreter der einzel
Staaten die Beiträge über die in ihrem Lande wünschenswerth
Einrichtungen liefern. Das Kuratorium setzt die Orte d
Hauptstationen fest, zwischen denen dann das Netz der klein
Beobachtungsstationen weiter auszubauen ist. Es wird ein a
gemeines Programm aufgestellt werden, dessen Ausführu
schrittweise unter Benützung aller zu erwartenden Erfahrung
vor sich gehen soll.

Der Schwerpunkt dieser Beschlüsse liegt darin, dass du
das Kaiserliche Reichsamt des Innern die Denkschrift den e
zelnen Regierungen der Bundesstaaten vorgelegt wird und dieselb
zur Mitarbeit eingeladen werden, ferner auch darin, dass du
das auswärtige Amt auch die ausländischen Regierungen von d
Anträgen und Vorschlägen in Kenntniss gesetzt werden, um d
Organisation der Internationalen seismologischen Association
fördern.

Es ist jedenfalls mit Freude zu begrüssen, dass Deutschla
die führende Rolle übernehmen wird und zwar mit der Zustimmu
der Vertreter auch der Länder, in welchen bisher die seismol
gische Forschung am meisten gepflegt wurde und die grösste
Fortschritte zu verzeichnen hat: Japan und Italien, welche d
Führung hätten beanspruchen dürfen.

Es erübrigt noch, um ein vollständiges Bild der in Strass-
rg gepflogenen Verhandlungen und Diskussionen zu geben,
z auf die inhaltsreichen Vorträge berufener und erfahrener
scher einzugehen, wenn auch für spezielleres Studium auf den
iellen Bericht der Konferenz, in welchem die Vorträge er-
inen werden, verwiesen werden muss.

Zuerst gab Professor Dr. E. Rudolph (Strassburg) einen
erblick über die Ausbreitung und Organisation der makro-
mischen Beobachtungen, welche die Ausdehnung, die Häufig-
t und den Zusammenhang der Erdbeben mit tektonischen
ien hauptsächlich zum Gegenstande haben.

Italien hat wohl nach dieser Richtung die besten Einrich-
gen; auch in Japan ist der Beobachtungsdienst entwickelt
kaum in einem anderen Lande; auf den Philippinen und in
nila sind gute Beobachtungen gemacht worden, und neuerdings
en sich auch Australien und Neuseeland angeschlossen. In
land sind nicht weniger als 30 Milne'sche Pendelapparate an
schiedenen Punkten aufgestellt. Auch Griechenland hat einen
nisirten Beobachtungsdienst, und es hat sich gezeigt, dass
Erdbeben dort noch häufiger sind als in Japan. In den
ländern ist der Anfang der Beobachtungen gemacht und
Österreich hat die k. Akademie der Wissenschaften schon
1895 eine Kommission für Erdbebenforschung begründet, die
reiche Berichte veröffentlichte.

In der Schweiz, wie in Württemberg und Baden haben sich
orologische Institute und Naturwissenschaftliche Vereine der
ebenforschung angenommen. Auch Skandinavien hat Ein-
ungen getroffen; in Sachsen war die Erdbebenforschung mit
geologischen Landesanstalt durch dessen Leiter verknüpft
hat bemerkenswerthe Resultate erzielt.

Spanien und Portugal haben nur wenige Stationen, die erst
dem grossen Erdbeben von 1884 eingerichtet wurden.

In Amerika besteht zwar eine Erdbebenkommission, die aber
etzt nur wenig von sich hat hören lassen, Kalifornien ist
i aber ausgenommen. In Mexiko fehlt eine Organisation,
so in ganz Südamerika mit Ausnahme von Chile.

Nicht alle die genannten Beobachtungsstationen sind gleich-
ig; viele beschränken sich auf unsichere, persönliche Beob-
ngen, die weder Eintrittszeit der Erschütterung noch deren

Dauer genau ermitteln lassen. Für gute Organisation sind al Beispiele Japan und Italien anzuführen, die über seismisch wichtig Gebiete eine Anzahl von Stationen erster Ordnung mit empfind lichen Instrumenten und zweiter Ordnung mit einfacheren Seis mometern vertheilt haben, zu denen noch die zahlreichen persön lichen Einzelbeobachtungen Ergänzungen bringen.

Eine Vervollständigung dieses Vortrages gab am zweite Tage Professor Dr. Weigand (Strassburg) in seinen Mittheilunge über die Ausbreitung der mikroseismischen Beobachtung. Ein Weltkarte zeigte durch verschiedenfarbige Punkte die Statione an, welche die Seismographen von Milne (37 Instrumente auf 3 Stationen) Rebeur, Vicentini, Omori, Ehlert und Wiechert zu Beobachtung benutzen. Es zeigt sich, dass noch grosse un wichtige Gebiete der Erde ganz solcher Stationen entbehren z. B das Innere Südamerikas, wo nur vier solche Stationen an de Küsten im Norden, im Osten und zwei auf der Westküste liegen

Auch das Innere Afrikas hat noch nirgends eine Station solche müssten zunächst auch in Dänemark, im Norden Skandi naviens und an dessen Westküste, in Griechenland, auf St. Helena und auch im Nordosten Nordamerikas und dem Südwesten Süd amerikas begründet werden.

In Asien ist nördlich vom 40° nördlicher Breite keine Station mehr; und auch in Frankreich ist nur eine noch nicht ganz voll ständige Station in Grenoble.

Nach den bisherigen Erfahrungen sind für die Beobachtung von Fernbeben die von Ehlert verbesserten Rebeur'schen drei fachen Horizontalpendel die besten; die Milne'schen sind aber die älteren und daher die verbreitetsten. Je nach den Aufgaben der einzelnen Stationen sind verschiedene Instrumente zu wählen und hoffentlich bringt eine nahe Zukunft die Entscheidung, welche Instrumente für die verschiedenen Zwecke die geeignetsten sind.

Ueber die Art der Bearbeitung und Veröffentlichung de Fernbeben hat Professor Dr. Rudolph beachtenswerthe Vorschläge gemacht. Er wies besonders auf den Umstand hin, dass bei de Erdbeben Phasen zu unterscheiden sind, die oft schwer zu er kennen sind, wenn nicht die Apparate mit Dämpfung und mög lichst geringer Reibung am Registrirapparat arbeiten; leichte Pendel reagiren schneller als schwere, daher ist der Vergleich der Aufzeichnungen verschiedener Instrumente sehr erschwert

i die Schnelligkeit der Bewegung der registrirenden Papiere von Bedeutung. Bei grösseren Beben waren drei Phasen, bei eren nur zwei zu unterscheiden, bei denen die Maximalung erst in der zweiten oder dritten Phase eintrat; manche umente reagiren überhaupt nicht auf die erste Phase z. B. Milne'sche Pendel.

Eingehende Besprechungen über seismische Instrumente und rfahrungen mit denselben und der Bearbeitung der erhaltenen ltate gaben Dr. Hecker (Potsdam), Professor Omori (Tokio), ssor E. Oddone (Pavia), Professor Dr. Schmidt (Stuttgart) Professor Dr. Wiechert (Göttingen); es würde zu weit führen, lf näher einzugehen; auch für die speciellen Darstellungen Professor Lewitzky über Horizontalpendelbeobachtungen in st, Professor Belar (Laibach) über Erdbebenbeobachtungen Laibacher Felde und Professor Lasker (Lemberg) über die elunruhe überhaupt und jene vom Ende Januar 1901 im nderen muss auf den erscheinenden Originalbericht verwiesen en.

Als besonders interessant möge nur die Beobachtung Wiechn's noch erwähnt werden, dass bei Stürmen an der norschen Küste sich die mikroseismischen Erschütterungen, die Wellenschlag an der Küste hervorbringt, an den Pendeln in ingen zeigen; auch von Vicentini sind die Wellenschläge des atischen Meeres in Padua als mikroseismische Bewegungen achtet worden.

Wie gross aber schon die erreichte Genauigkeit der Aufnungen bei Beachtung und Vermeidung aller störenden Umle ist, zeigte Wiechmann an den ganz gleichen Kurven, he in Japan und Göttingen bei einem Fernbeben von den Appa aufgezeichnet wurden. In anderen Fällen sind die Bewegungsn bei zwei zeitlich von einander getrennten Beben desselben etes ganz identisch, so dass sich der Schluss ergibt, dass zwei dieselbe Ursache in derselben Intensität Bewegungen erzeugt hat. Diese Beispiele mögen hier genügen, um die Bedeutung der rschung der mikroseismischen Bewegungen zu zeigen.

Zum Schlusse seien noch die Berichte erwähnt, welche die reter einzelner Länder über die in denselben bestehenden ichtungen und Organisationen zur Erforschung der Erdbeben n getroffen haben oder für die Zukunft beabsichtigt werden.

Zuerst sprach Professor Lewitzky (Dorpat) über die Organis
der seismischen Beobachtungen in Russland. In Russland
Stationen in Irkutsk, Taschkent, am Schwarzen Meer und Kaul
in Odessa, sowie am baltischen Meerbusen errichtet. In Ch
ist die älteste Station, an der schon seit 20 Jahren beobachtet

Professor Schafanzik sprach über die Erdbebenkomm
in Ungarn, Professor Kövesligethy wies einen ungarischen
bebenkatalog vor, Professor Futterer sprach über den Stan
Erdbebenforschung in Baden und die für die Zukunft gepl
Einrichtungen von Stationen in den verschiedenen seismi
Gebieten; Professor Dr. Günther theilt mit, dass in Bayern H
stationen in den seismischen Hauptgebieten: im Ries bei
lingen, in München und in Bamberg zu errichten beabsi
sei. Professor Lagrange bespricht die Einrichtungen in B
und betont besonders die Aufstellung empfindlicher Instru
in grossen Tiefen unter der Erdoberfläche in Bergwerken.
denen wichtige Resultate zu erwarten sind.

Auch die Herstellung von seismischen Karten wurde
Professor Rudolph erörtert; es existiren schon einige z. B.
Mallet, Taramelli u. A., die aber nicht allen Anforderungen
sprechen; ohne Staatsbeihilfe und Unterstützung durch die g
gischen Landesanstalten können sie nicht hergestellt we
Sie sollten die relative Häufigkeit der Erdbeben in den einz
Gebieten, die Erdbebencentren und die Verbreitung mit
Intensität zum Ausdruck bringen und die Zusammenhänge
der geologischen Beschaffenheit der betroffenen Gebiete erke
lassen. Voraussetzung wäre die Herstellung eines vollstän
Erdbebenkataloges, wie neuerdings Baratta einen solchen
Italien veröffentlicht hat. Es müsste dafür und für die Ka
konstruktion eine eigene Kommission eingesetzt werden, d
Arbeiten auf Staatskosten zu veröffentlichen wären.

Die vorstehende Uebersicht zeigt, welche Fülle von Mat
die Konferenz in ihren sechs Sitzungen bewältigt und für we
Behandlung in Aussicht genommen hat. Vieles hat feste Ge
angenommen, und es hängt nur von der Bereitwilligkeit der
gierungen ab, ob auf der betretenen Bahn rasche Fortsch
gemacht werden können. Der ganze Ausbau des in Auss
genommenen Programmes wird noch lange Zeit in Anspr
nehmen; aber die ersten Schritte sollten bald gethan wer

t die aus ihnen zu gewinnenden Erfahrungen für die Er-
:rungen und die Herstellung vollständiger Netze von Beob-
ıngsstationen benützt werden können.
Die Erklärungen des Herrn Geh. Rath Lewald als Kommissar
leichsamtes des Innern lassen auf thatkräftige Unterstützung
Seiten des deutschen Reiches rechnen, und wenn auch die
:lstaaten sollten diesem Beispiel folgen, so wird ein grosses
nationales Unternehmen gefördert, an dessen Spitze Deutsch-
steht; auf diese von den Vertretern aller Länder ein-
nig gewünschte Suprematie hat die deutsche Wissenschaft
che stolz zu sein.

Rasse und Gesundheit.

Von

Ludwig Wilser
in Heidelberg.



Es ist eine für Volkswirthschaft und Gemeinwohl gleich
volle Erkenntniss, dass eine umfassende und aufbauende
ndheitslehre[1] nicht einseitig die örtlich-zeitlichen Bedingungen
forschen, nicht nur äussere Schädlichkeiten und Schmarotzer,
die Bakterien ins Auge zu fassen, sondern den Menschen
t „mit seinen angeborenen oder erworbenen und beeinfluss-
n Anlagen" in den Vordergrund zu stellen hat. Non omnia
mus omnes, eine Last, die den Einen zu Boden drückt,
t ein Anderer spielend, und was Schwächlinge in tödliche
kheit stürzt, kann einen widerstandsfähigeren Menschen ganz
chädigt lassen. Nicht allein von zufälligen Umständen hängt
unsere Gesundheit ab, sondern hauptsächlich von den
en, allenfalls durch zweckmässige Lebensweise durch Ab-
ng und Uebung verbesserten Eigenschaften unseres Leibes.
sind abermehr oder weniger Gemeingut der Rasse. Im
e von Jahrtausenden durch ungezählte Geschlechter unserer
ahren im Kampf ums Dasein und in Anpassung an die
ebung erworben, durch räumliche Sonderung rein gezüchtet
erblich befestigt, werden sie, wenn Blutmischung ausge-
ssen, unverändert und unabhängig von Sprache und Volks-
n durch die erhaltende Kraft der Vererbung auf die spätesten
el übertragen.

---

[1] Vergl. hauptsächlich F. Hueppes Handbuch der Hygiene, Berlin 1899.
ie äusseren Bedingungen, wie Grundwasser, Boden, Witterung u. dergl.,
ekanntlich Pettenkofer mit grossem Erfolg erforscht. Dass er aber
die Bedeutung der ererbten Eigenschaften zu würdigen wusste, zeigt
von seinem Schüler Emmerich erzählter Ausspruch. Darauf aufmerk-
gemacht, dass Fleisch im Fell des geschlachteten Thieres sich lange
erhält, erwiderte er: „Da sieht man, was es werth ist, wenn einer in
r guten Haut steckt."

Wildlebende Thiere und Naturvölker zeigen eine gr
Gleichmässigkeit, auch in der Gesundheit, da die freiwalte
Einzelauslese schonungslos alle Kümmerer und Schwächlinge a
merzt und, bei ungehinderter Verbindung, die zweigeschlecht
Fortpflanzung jede krankhafte Anlage oder Abweichung v
Durchschnitt wieder verwischt. Aendern sich plötzlich die Lebe
bedingungen, so setzt der Kampf ums Dasein mit erneu
Heftigkeit ein, fordert zahlreiche Opfer und überlässt es
Ueberlebenden, denen eine schnelle Anpassung gelungen, du
vermehrte Fruchtbarkeit die Lücken auszufüllen. Aehnlich g
es, wenn eine Rasse in einen anderen Himmelsstrich verschla
wird; hierbei kann aber noch die Kreuzung mit einer v
wandten Rasse zu Hilfe kommen, indem die Aufnahme ei
gewissen Bruchtheils vom Blute der den Verhältnissen angepass
früheren Bewohner die Eingewöhnung erleichtert. Da der Men
den Daseinskampf vorwiegend mit geistigen Waffen führt,
er von den frühesten Zeiten an Hilfsmittel, wie Kleider, Hütt
Feuer gebraucht, die ihm erlaubten, der Unbill des Himm
zu trotzen und unter den ungünstigsten Verhältnissen aus
dauern. Diese künstlichen Mittel hat die Kultur in jeder de
baren Weise vermehrt und vervollkommnet, so dass jetzt, v
selbstverständlich nicht zur Verbesserung der Rassengesundh
dient, eine Menge schwächlicher, eigentlich nicht lebensfähi
Menschen erhalten und aufgezogen wird. Da jedoch auch
schwachem Leibe ein grosser Geist wohnen kann, des
schöpferische Thätigkeit seinen Mitmenschen und der Nachw
zu Gute kommt, wird dieser Nachtheil oft mehr als aufgewog
Aber die Kultur hat auch ihre Kehrseite: durch Anhäufu
grosser Menschenmengen in den Städten, durch Verweichlichu
und Laster schafft sie neue Schädlichkeiten, die nicht nur d
Einzelnen gefährlich, sondern auch als erbliche Krankheit
auf die Nachkommen übertragen werden, die Fortpflanzu
hemmen und schliesslich den Bestand der Rasse in Frage stell
Blutmischung war eine unausbleibliche Folge der Ausbreitu
der Rassen und der Wanderungen der Völker. So tragen
heutigen Kulturvölker durchaus nicht mehr das gleichmässi
und einheitliche Gepräge der Stammrasse, aus der sie alle, zule
die Germanen, hervorgegangen sind. Trotzdem kommt diese Ras
als edelste und höchstentwickelte der Menschheit, als Träge

r Gesittung und des Fortschritts für uns vor allen anderen Betracht. Es sei daher ein kurzer Rückblick auf ihre Entehung und Entwickelung gestattet.

Der vor zehn Jahren auf Java gefundene Pithekanthropus, s merkwürdige Wesen mit aufrechtem Gang und thierischem hädel, gibt uns eine gute Vorstellung vom Vormenschen, kann er, da seine Knochen in eine verhältnissmässig junge Erdhicht eingebettet lagen, nicht als unser Stammvater, sondern r als Vertreter einer vorläufigen, früh ausgestorbenen Welle[1] fgefasst werden. Die ältesten Spuren und Ueberbleibsel des enschen in Europa, vielleicht die ältesten überhaupt, zeigen, ss in unserm Welttheil schon vor der Eiszeit, zusammen mit ärmeliebenden Thieren, wie Flusspferden, Elephanten, Nasörnern, Löwen, Hyänen, eine mittelgrosse, langköpfige Rasse[2] Neanderthalrasse, race de Canstatt, Homo primigenius) gelebt at, deren Schädel mit ihrer flachen Stirn und den starken ugenwülsten noch viel Aehnlichkeit mit dem des Pithekanhropus, jedoch einen erheblich grösseren Innenraum erkennen ssen. Durch die Eiszeit mit ihren verschiedenen Unterrechungen und Nachschüben ist der Ureuropäer nicht vernichtet, ndern nur zurückgedrängt und seine Kopfzahl stark verindert worden. Diese grausame Auslese, diese harte Schule er Noth war aber für die wenigen Ueberlebenden das wirksamste ittelgeistigen und leiblichen Fortschritts. Nach dem Abschmelzen es Eises finden wir in Frankreich eine Rasse (race de Croagnon, Homo priscus) von höherem Wuchs, ungefähr 1,80 m, nd besonders mit einem Schädel, der einem bedeutend verrösserten Gehirn Raum bot. Waffen und Werkzeuge aus Stein, ein und Rennthierhorn, bemerkenswerthe Anfänge der bildenden unst legen Zeugniss ab von der Entwickelungsfähigkeit dieser asse, die **Broca**[3] einen „Lichtstrahl inmitten des Dunkels“

---

[1] Vergl. meinen Vortrag über „Pithecanthropus erectus und die Abammung des Menschen“, XIII. Bd. der Verhandlungen des Vereins.

[2] In den beiden letzten Jahren sind bei Krapina in Kroatien durch rof. Dr. Gorjanovic-Kramberger wichtige Funde menschlicher Knochen emacht worden, die den Bestand dieser ureuropäischen Rasse und ihre Ausreitung nach Osten hin bestätigen (Mittheilungen der Anthropologischen Geellschaft in Wien Neue Folge I 3 und 4).

[3] Bullet. de la Soc. d'Anthr. de Paris, 1868.

der Vorzeit genannt hat. Was ist aus ihr geworden, ist
wirklich, wie der französische Forscher meinte, „ohne Ueberga
verschwunden, ist mit ihr „die Fackel der Kunst“ plötzl
wieder erloschen? Das wäre bei so vielversprechenden Anfäng
der Gesittung, bei einem so hoch entwickelten Gehirn — der a
Mann von Cro-Magnon hat einen Schädelraum von 1590 cc.
mehr als wunderbar. Wir haben guten Grund zu der A
nahme, dass die Höhlenmenschen der alten Steinzeit, wenn au
in anderen Wohnsitzen, ihre Kulturentwickelung fortgesetzt hab
Der Rückzug des Rennthiers, das ihnen in der kältesten Z
Nahrung, Kleidung, Waffen und Werkzeuge geliefert hatte, na
Norden weist uns den Weg, den sie genommen und dess
Spuren wir in verschiedenen Fundstätten durch die Niederlan
bis auf die kimbrische Halbinsel, wo in den untersten Schicht
der Torfmoore Rennthierknochen mit Erzeugnissen der Mensche
hand vereint liegen, und die dänischen Inseln verfolgen könn
Hier fand der Mensch in den Früchten des allezeit offene
vom Golfstrom erwärmten Meeres so reichliche Nahrung, da
er des Rennthiers, das theils ausstarb, theils über Schonen weit
nordwärts zog, nicht mehr bedurfte. Wie die am Strande a
gethürmten Abfallhaufen, die Kjökkenmöddinger, zeigen, le
er damals hauptsächlich von Muscheln und Fischen, aber au
Wasser- und Strandvögel und Landthiere, wie Hirsch, Reh, Ursti
wurden seine Beute. Spuren des Rennthiers finden sich nic
mehr; eine Hundeart scheint gezähmt gewesen zu sein. V
hier war der bei Nahrungsüberfluss sich stark vermehrend
Bevölkerung der Uebergang nach der nur durch einen schmal
Meeresarm getrennten schwedischen Küste leicht, und gerade do
finden wir einen der grössten Fortschritte der Menschheit, d
Uebergang von der alten zur neueren Steinzeit. Die schon a
südlicheren Gegenden mitgebrachte Fertigkeit in der Bearbeitu
von Stein, Bein, Holz, Horn und Thon wurde immer mel
ausgebildet, und die schwedische Steinzeitkultur erreichte na
Baron Kurck[1] „eine Stufe der Vollendung wie in keine
anderen Land von Europa“. Wir finden die Spuren fest
Wohnungen, sorgfältig angelegter Gräber, mehrerer Hausthie
und eines beginnenden Ackerbaus. Die Rasse war die gleich

[1] Congrès International d'Anthropologie à Stockholm, 1874. Compt rendus.

blieben: nicht nur die ältesten, sondern auch neuzeitliche hwedische Schädel zeigen, worauf schon vor einem Vierteljahr-ndert Hamy[1] aufmerksam gemacht, die denkbar grösste bereinstimmung mit denen von Cro-Magnon. Die Farben-ichung — naturwissenschaftlich nichts Anderes als ein mässiger binismus — mag sich schon während der Eiszeit in Westeuropa rbereitet haben, bildete sich aber unter dem Wolkenhimmel und rch die langen Winternächte des Nordens vollends aus, und rde, auf der meerumschlungenen skandinavischen Halbinsel rch räumliche Absonderung erblich befestigt, zu einem Haupt-rkmal der nordeuropäischen Rasse (Homo europaeus Linné). kerbauende Völker wachsen rasch über die heimische Scholle naus und sind gezwungen, für den Geburtenüberschuss neues kerland zu suchen. Von Zeit zu Zeit, je nach dem Ausfall r Ernten, müssen sie einen Theil des Nachwuchses als „heiligen rühling“ zur Eroberung und Besiedelung neuer Wohnsitze aus-nden. So erging es auch dem Steinzeitvolk von Schonen in iner von Natur eingeschränkten Heimath; immer neue Wander-haaren zogen wie „Bienenschwärme“ aus, überflutheten immer eitere Landstriche und verbreiteten ihre, damals höchste, Gesit-ng über den ganzen Welttheil und benachbarte Theile von sien und Afrika. Leiblich wie geistig jeder anderen Rasse über-gen, traten sie überall als Herren auf, immer belebend, efruchtend und gealterte Völker durch Zufuhr frischen und dlen Blutes verjüngend, ohne selbst auf die Dauer ihre Rasse ein bewahren zu können. Das sind die „arischen“ Wanderungen, ie mit der germanischen Völkerwanderung ihr Ende noch nicht rreicht haben, sondern in veränderter Gestalt, durch Besiede-ng neu entdeckter Welttheile bis in die neueste Zeit fort-uern.

Da die in der Urheimath stets herrschende Bevölkerungs-pannung wohl Auswanderungen nöthig machte, Einwanderungen ber nicht gestattete, mussten sich die leiblichen Merkmale und rvorragenden geistigen Eigenschaften der Nordlandsrasse immer ehr ausbilden und befestigen, so dass unsere Vorfahren, als ie in die Geschichte traten, nicht nur wegen ihrer Kraft und

[1] Auf der gleichen Versammlung. — Vergl. auch das schöne Werk on G. **Retzius**, Crania suecica antiqua, Stockholm 1899; deutsche Aus-abe bei G. Fischer, Jena 1900.

Schönheit, sondern auch durch Klugheit und Sittenreinheit
Bewunderung der Zeitgenossen erregten. Die übereinstimmen
Schilderungen geben uns späten Nachkommen ein Bild, des
hervorragendster Zug eine beneidenswerthe Gesundheit des Lei
und der Seele bildet. Seit undenklichen Zeiten mit ih
Heimath verwachsen und dem nordischen „Himmel und Bode
angepasst, war die Rasse unempfindlich gegen „Frost und E
behrungen". Nackt trotzten die Kimbern dem Schnee und Eis
Alpen, setzten sich auf ihre breiten Schilde und fuhren lache
zu Thal. Wie hätte bei so rauher Lebensweise ein Schwäc
ling aufkommen können? Aber auch in anderer Weise wirk
die Auslese beständig auf die Verbesserung der Rasse hin. W
ein schimpfliches Verbrechen begangen, verfiel dem Tode u
konnte seine schlimmen Neigungen nicht auf Nachkomm
vererben. „Verräther und Ueberläufer hängen sie an Bäum
auf, Feiglinge, Ehrlose und Geschändete[1] versenken sie
Sumpf", wie um durch diese Verschiedenheit der Strafe au
zudrücken, dass man „Verbrechen blossstellen, Schande aber ve
bergen" müsse. Spät erst lernten die Jünglinge die Liebe kenne
weil man glaubte, dass durch Enthaltsamkeit „der Wuchs erhöl
der Leib gestählt" werde; daher „die unerschöpfliche Zeugung
kraft". Und auch die Jungfrauen wurden nicht „übereilt"; r
und „ebenbürtig an blühender Jugend" gesellten sie sich de
Gatten, und „von der Kraft der Eltern legten die Kinder Zeugni
ab". So heilig auch die Bande des Blutes gehalten wurde
dennoch herrschte die grausam scheinende, aber im Grunde do
wohlthätige Sitte, die auch die Spartaner als Erinnerung a
ihre nordische Herkunft bewahrt hatten: es stand im Beliebe
des Vaters, ob er das neugeborene Kind aufnehmen wollte od
nicht; Missgeburten oder Lebensschwache wurden ausgesetz
dagegen galt es für schimpflich, die Zahl der Nachkomme
willkürlich zu beschränken oder gesunde Kinder zu tödte
und es war Ehrenpflicht jeder Mutter, sie „selbst zu nähre
und nicht Mägden oder Ammen zu überlassen". Nackt wuchse
die Kinder zur Mannbarkeit heran, so von Jugend auf di
Haut an das Ertragen von Kälte und Witterungswechse

---

[1] Die in Niederdeutschland und Dänemark gefundenen „Moorleichen
stammen wohl meist von solchen Gerichteten her.

öhnend. Im Sommer wurden Flüsse, Seen und Bäche fleissig
a Baden benützt, aber auch während der langen Winterszeit
s man dies wichtige Gesundheitsmittel nicht ausser acht und
rauchte warme Waschungen und Bäder.[1] „Gleich nach dem
stehen baden sie," und nehmen ungewaschen keine Nahrung
ich. Die in vielen altgermanischen Gräbern gefundenen Kämme,
rzängchen, Schermesser geben Kunde von der sorgfältigen
bespflege[2] unserer so oft als „schmutzige Wilde" verschrieenen
fahren. Auch über deren Kleidung herrschen die sonderbarsten
stellungen, und es ist mir kaum eine künstlerische Darstel-
g von Germanen bekannt, die Tracht und Bewaffnung richtig
dergibt. Wenn man es auch liebte, Hals, Arme und Kniee
zulassen, so waren doch Wohlhabendere und Vornehme zweck-
ssig, ihres Standes würdig, ja prächtig[3] gekleidet. Die ger-
nischen Frauen verstanden sich trefflich auf das Weben
llener und leinener Stoffe, die mit hübsch geknüpften Fransen,
nstreich gewirkten oder gestickten Borten verziert oder aus-
esenem Pelzwerk verbrämt wurden.

Von frühester Jugend an wurden die Knaben geübt und ab-
härtet, hauptsächlich zu ritterlichem Waffen- und Waidwerk,
 man Haus- und Feldarbeit gerne dem Gesinde überliess. Die
ermanen waren ausgezeichnete Fechter und Reiter, mit ihren
ssen „wie verwachsen"; aber auch im Laufe es dem flüchtigsten
ild, dem schnellsten Pferde gleichzuthun, den Ger oder einen
eldstein „in ungemessene Weite" zu schleudern, im Weit- und
ochsprung die Gefährten zu übertreffen, war ein Ziel rühm-
chen Wettstreits. Die von den halberwachsenen Jünglingen
übten Schwert- und Waffentänze, ihr „einziges", aber um so
eliebteres Schauspiel, die „Wonne der Zuschauer", erforderten

---

[1] Wie aus den alten Volksrechten ersichtlich, hatte das germanische
ehöft meist eine besondere Badestube.

[2] Die Seife, aus Fett und Asche hergestellt, ist eine nordische Er-
ndung, vergl. **Plinius.** Nat. Hist. XXVIII. 51: Prodest et sapo (altnord.
pa, althochd. seipha, saiffa) Gallorum hoc inventum rutilandis capillis. Fit
 sebo et cinere, optimus fagino et caprino, duobus modis, spissus ac
quidus: uterque apud Germanos maiore in usu viris quam feminis.

[3] Ihrer Zweckmässigkeit wegen wurde die germanische Tracht (Hemd,
Rock, Hosen, Mantel) von den Römern angenommen und zunächst auf
Reisen und im Felde, später ausschliesslich benützt. Sie bildet die Grundlage
unserer heutigen Kleidung.

neben verwegenem Muth die höchste Gewandtheit und G
schmeidigkeit. Bei einigen den Germanen nah verwandten g
lischen Völkern war es auch Sitte, junge Leute mit einem
gewisses Gürtelmass überschreitenden Leibesumfang zu bestraf
(Strabo IV. 4). Den Küstenbewohnern war die, weil gefahrvoll, n
um so leidenschaftlicher betriebene Seefahrt eine Quelle des Ruh
und Gewinns, wie der Abhärtung; die Schiffsbaukunst hatte sch
vor zwei Jahrtausenden eine hohe Stufe der Vollendung erreic

Die einfache und gesunde Kost bestand aus Brod u
Mehlspeisen, Hirsebrei, Milch, Butter, Käse[1], Fleisch, Wi
und Fischen; als Zukost dienten die wohlschmeckenden Beer
und würzigen Kräuter des nordischen Waldes. Gaumenkit
verschmähten die Germanen, dem „Durst gegenüber bewies
sie aber nicht die gleiche Mässigkeit“. Niemand machte si
oder anderen einen Vorwurf daraus, gelegentlich einmal „T
und Nacht durchzuzechen“. Oft hielten sie auch Rath üb
wichtige Angelegenheiten, über Krieg und Frieden beim Bech
als ob nirgends besser der „Geist für gerades Denken offen s
der Muth für Grosses sich entflamme“. Aber sie beriethen blo
wenn „sie nicht trügen, sie beschlossen, wenn sie nicht irre
konnten. Die Getränke, Gersten- oder Weizenbier und Met, war
verhältnissmässig harmlos; ein starker Magen kann viel ve
tragen, und ein etwaiger Rausch wurde gründlich, „oft bis
den Tag hinein“, ausgeschlafen. So wird die rückhaltlose Hingal

---

[1] Zu den ältesten europäischen Feldfrüchten gehört die Hirse (la
ceres, davon kelt. cerea, cervesia, corma, Hirsebier). Butter (ahd. anca, smero
butera) war eine der beliebtesten Speisen (butyrum barbararum gentium
laudatissimus cibus, Plinius, Nat. Hist. XXVIII. 35) der Nordländer. De
Namen hatten die Griechen von den Skythen (Hippocrates, De morbis IV. 20
die Römer von ersteren angenommen und, obgleich Geschlecht und Silbe
länge nicht stimmt, als „Kuhquark“ (Plurimum bubulo et inde nomen, Plin
erklärt (βους, τυρος). Das deutsche Wort Butter, das in allen altgermanische
Mundarten (afr. butera, ags. butere) weibliches Geschlecht hat, ist darum wol
kein Lehnwort, sondern bedeutet die „geschlagene“ (bat ist auch ein ge
manischer Wortstamm) Milch. Auch Käse (ahd. chasi, ags. cyse, as. kasi, it
caise) bildete einen wichtigen Bestandtheil der Volksnahrung (maiorque pa
eorum victus in lacte, caseo, carne consistit, Caesar B. G. IV. 22); ob da
Wort urverwandt oder ein Lehnwort, sei es im Lateinischen aus dem Kelt
schen, sei es im Deutschen aus dem Lateinischen, ist unsicher; die Bezeichnun
„Käs“ der deutschen Bergbewohner für den Firnschnee, spricht für erster
Annahme.

an die Freuden des Bechers, einer der wenigen Schatten in dem sonst so reinen Sittenbild unserer Ahnen, ihnen leiblich und geistig nicht allzuviel geschadet haben. Die Einfuhr des schweren, damals die Stelle des Schnapses vertretenden Südweins, den die Nachbarn der römischen Provinzen mit anderen Segnungen der Kultur kennen gelernt, war bei den inneren Völkern durchaus verboten, weil sie nicht mit Unrecht annahmen, dass er tapfere Männer „schlaff und weibisch“ mache.

Das Zusammenleben in Städten, jenen ummauerten Gräbern“, fürchteten[1] die Germanen in richtiger Vorahnung seiner Gefahren; Jeder baute sein Haus dahin, sie wohnten einzeln und zerstreut in Weilern und Gehöften, und wo ihm gerade „eine Quelle, eine Flur, ein Hain gefiel“, und umgab es mit einem weiten eingefriedigten Hofraum, sich so nicht nur „gegen Feuersgefahr“, sondern auch gegen seuchenerregende Ansammlungen von Abfall- und Ansteckungsstoffen schützend. Licht, Luft, Wasser, die Haupterfordernisse der Gesundheitspflege aller Zeiten, waren ihnen dadurch in reichstem Masse gesichert. Zum Häuserbau selbst lieferten ihnen die unerschöpflichen Wälder ihrer Heimath den für den nordischen Himmel geeignetsten Stoff, und sie wussten denselben ihren Bedürfnissen aufs Beste anzupassen, ja mit „spielender Kunst“ eigenartig auszugestalten. Die Wärme, Behaglichkeit und Schönheit des fränkischen Holzhauses hat sogar einen römischen Dichter, Fortunatus Venantius, zu einem Loblied begeistert, denn

Trefflich verwahren vor Wind
  und vor Wetter getäfelte Stuben,
Wo nicht klaffenden Spalt
  duldet des Zimmermanns Hand!

Die wiederholt in germanischen Gräbern gefundenen Knochen mit gut eingerichteten und schön verheilten Brüchen und Verletzungen[2] zeigen, dass die Heilkunde in Blüthe und Ansehen stand.

---

[1] Ammian. Marcell. XVI 2: nam ipsa oppida ut circumdata retiis busta declinant . . . .

[2] So besonders in den Reihengräbern von Allach, Memmingen, Burglengenfeld, Wallstatt, Worms u. a. Vergl. Lehmann-Nitzsche, Beiträge zur prähistorischen Chirurgie nach Funden aus deutscher Vorzeit. Dissert. 1898. — S. auch meinen Vortrag über „Vorgeschichlliche Chirurgie“, gehalten am 25. Febr. 1902, in der medic. Sektion des Naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg. Verhandlungen etc. C. Winter.

Die arzenie kunden, den gap man richen solt

heisst es noch im Nibelungenlied. Die Heilkraft verschiedener Kräuter war bekannt, und besonders die Frauen scheinen es verstanden zu haben, sie zu sammeln und daraus lindernde Tränklein zu brauen, heilsame Wundwässer und Salben zu bereiten. In ihrer leichten und geschickten Hand — das werden unsere heutigen Aerztinnen gerne hören — lag auch hauptsächlich die Behandlung der Verwundeten. „Zu den Müttern, den Gattinnen tragen sie ihre Wunden", und diese schraken nicht davor zurück, sie zu untersuchen und kunstgerecht zu verbinden. Im Anfang unserer Geschichte war bei verschiedenen Stämmen und besonders bei den Vornehmen noch die Leichenverbrennung im Gebrauch, eine Sitte, zu der wir ihrer Zweckmässigkeit wegen wieder zurückzukehren beginnen.

So waren, wie wir gesehen, in der germanischen Urzeit alle Bedingungen einer unverwüstlichen Gesundheit gegeben, und dadurch erklärt sich die unerschöpfliche Fruchtbarkeit, die schrankenlose Ausdehnungsfähigkeit des Volkes. Hunderttausende und aber hunderttausende von Streitern verbluteten in dem langen Kampfe mit Rom auf der Walstatt, aber Heer auf Heer rückte heran, immer neue Wellen ungebrochener Volkskraft brandeten gegen den Grenzwall des Weltreichs, um es schliesslich doch zu stürzen und zu überfluthen. Weit gefährlicher aber als die Schwerter der Feinde waren für die Nordlandsrecken die Pfeile des Sonnengottes. Alles konnten sie ertragen, nur nicht „Durst und Hitze"; von ihrem heimischen Boden in südliche Länder verpflanzt, fielen sie mörderischen Seuchen zum Opfer und schmolzen dahin wie die Schneeflocken.

Was können nun wir, meine Herren, die wir es nicht mehr mit einer reinen, unverdorbenen Rasse zu thun haben und mit ganz veränderten Verhältnissen rechnen müssen, aus dem soeben vor ihren Augen entrollten Sittenbilde lernen? Wie mir scheint, doch noch recht viel, wenn wir auch seitdem in der Wissenschaft die grössten Fortschritte gemacht und Wesen und Erreger vieler Krankheiten kennen gelernt haben, so dass wir unmittelbar gegen diese vorgehen können. Denn gerade die überraschenden Erfolge und Entdeckungen der Bakteriologie haben Manchen von uns vergessen lassen, dass die auf ererbten Eigenschaften beruhende Widerstandsfähigkeit unseres Leibes für die

Gesundheit meist viel werthvoller ist, als alle äusseren Schutzmittel gegen zufällige Schädlichkeiten und Ansteckungsstoffe. Wer Krankheiten verhütet, ist ein besserer Arzt als wer sie nur zu heilen versteht, daher muss uns auch bei Bekämpfung der Volkskrankheiten ein höheres Ziel vorschweben als nur die Beseitigung der äusseren Ursachen, unsere Forschungen und Bestrebungen müssen darauf gerichtet sein, durch allgemeine Einrichtungen ein gesünderes Geschlecht[1] heranwachsen zu lassen.

Selbstverständlich können wir heutzutage die Auslese nicht mehr in der Weise unserer Vorfahren anwenden, aber durch vernünftige Heirathsgesetze liesse sich doch manches erreichen. Gewohnheitsverbrechern, Trunkenbolden, mit erblichen Krankheiten behafteten oder noch unreifen Leuten müsste die Erlaubniss zur Eheschliessung versagt werden. Im Uebrigen aber sollte eine einsichtige Staatsleitung darauf bedacht sein, das Heirathen möglichst zu begünstigen und die bedenkliche Zunahme der Ehelosigkeit einzuschränken. Da der Staat ohne Bürger ein wesenloser Begriff ist, muss ihm daran gelegen sein, dass möglichst viele gesunde, eheliche Kinder geboren werden und am Leben bleiben; Stillstand[2] in der Volksvermehrung ist Rückschritt. Ein Haus-

---

[1] Das wirksamste Mittel, die Rasse zu verbessern, ist die künstliche Zuchtwahl, die bei Thieren sehr leicht, beim Menschen jedoch aus naheliegenden Gründen schwer durchzuführen ist. Manches liesse sich, bei aller Schonung des sittlichen Empfindens, doch thun, und es ist daher vielleicht nicht ohne Nutzen, daran zu erinnern, wie man im Alterthum über solche Dinge gedacht, wie man derartige Gedanken in die That umzusetzen versucht hat. Von den Samniten, einem den Römern nahverwandten, durch kriegerische Tüchtigkeit und Sitteneinfalt ausgezeichneten Bergvolk, berichtet Strabo (V 4) ein „schönes und zur Tugend ermunterndes Gesetz". Es war nämlich nicht erlaubt, die Tochter jedem Beliebigen zur Frau zu geben, sondern jährlich wurden „die zehn besten Jungfrauen und die zehn besten Jünglinge ausgewählt" und mit einander vermählt. Zeigte sich einer der jungen Ehemänner durch sein späteres Verhalten dieser Ehre unwürdig, so wurde ihm „mit Schimpf und Schande die Gattin wieder genommen". Es ist hierbei, wie man sieht, der Hauptwerth auf sittliche Tüchtigkeit gelegt, doch sicher, nach den Anschauungen des Alterthums, auch Schönheit, Kraft und Gesundheit des Leibes nicht ausser Acht gelassen werden.

[2] Ein solcher Stillstand ist seit Jahren in unserem Nachbarland Frankreich eingetreten und erfüllt die Vaterlandsfreunde mit banger Sorge. Schon im Jahre 1867 hatte Broca seine warnende Stimme erhoben: „Die Zeit", sagte er in einem Vortrage vor der Pariser Akademie, „scheint mir

vater, der mehrere Kinder grosszieht, leistet dem Staate unschätzbare, mit Geld gar nichtaufzuwägende Dienste. Es wäre daher gerecht und billig, wenn Junggesellen in angemessener Weise[1] besteuert, Familienväter dagegen, der Zahl ihrer Kinder entsprechend, entlastet würden. Unter den Kindern der Liebe deren Eltern aus irgend welchen Gründen den Ehebund nicht schliessen konnten oder wollten, befinden sich vielfach solche von guter Rasse; sie gehen aber meist in den ersten Lebensjahren aus Mangel an Fürsorge und Pflege zu Grunde. Oeffentliche Findelhäuser, wie sie in manchen grossen Städten schon bestehen haben darum das Gute, diesen oft recht werthvollen Stoff der Gesellschaft zu erhalten. Zweckmässig erzogen können die Knaben als Seeleute, Soldaten, niedere Beamte, die Mädchen, wenn sie nicht Hausfrauen werden, in der Krankenpflege, als Lehrerinnen oder Wirthschafterinnen sich nützlich und die Erziehungskosten reichlich wettmachen. Der Einwand, solche Anstalten befördern den Leichtsinn, ist nicht unberechtigt; die Nachtheile werden aber durch Vortheile, besonders in Staaten mit spärlichem Nachwuchs und starkem Bedarf an Menschen, mehr als aufgewogen. Der heranwachsenden männlichen Jugend kann durch Eltern oder Erzieher nicht warm genug ans Herz gelegt werden, wie sehr sie gegen sich und die Gesellschaft sündigt, wenn sie in vorzeitigen Ausschweifungen ihre Kraft vergeudet und ihre Gesundheit zer-

---

nicht fern zu sein, in der die Zahl der Todesfälle der der Geburten gleichkommt; dann wird voraussichtlich bald statt einer Zunahme eine Abnahme der Bevölkerung stattfinden". Diese anfänglich nicht beachtete Weissagung ist eingetroffen, die Zeit ist da: die letzte Volkszählung vom 14 März 1901 hat zwar noch eine Zunahme von 330 000 Einwohnern in fünf Jahren ergeben, aber diese Vermehrung ist nur eine scheinbare, auf Einwanderung zurückzuführende, die Zahl der Departements, in denen die Todesfälle die Geburten überwiegen, nimmt von Jahr zu Jahr zu. Unter diesen Umständen ist am 22. November im Senat ein von W a l d e c k - R o u s s e a u unterstützter Antrag angenommen worden, einen Ausschuss von Gelehrten, Staatsmännern, Volkswirthen, Aerzten zu ernennen, der die Ursachen der Entvölkerung ergründen und Heilmittel vorschlagen soll. Da aber nach den bisherigen Ermittelungen f r e i w i l l i g e Unfruchtbarkeit, ein schlimmes Zeichen der Ueberkultur, den Hauptgrund bildet, werden wohl alle Mittel nicht viel mehr helfen als im alten Rom.

[1] Eine solche Steuer ist schon oft als undurchführbar verlacht, neuerdings aber wieder in Frankreich vorgeschlagen und schon 403 v. Chr. als uxorium in Rom eingeführt worden.



rüttet; fürs Vaterland sein Blut zu vergiessen, ist „süss und ehrenvoll“, nicht weniger wichtig aber, es in kräftigen Söhnen und Enkeln fortleben zu lassen.

Bekanntlich sterben die meisten Kinder im ersten Lebensjahr an Verdauungsstörungen, und wenn auch, da vorwiegend schwächliche weggerafft werden, hierbei die gesunderhaltende Kraft der Auslese sich bewährt, so liegt in dieser Thatsache doch eine grosse und immer zunehmende Gefahr. Auch bei der grössten Sorgfalt kann die künstliche Ernährung die Mutterbrust nicht ersetzen. Da aber aus Gründen der Noth oder Bequemlichkeit das Selbstnähren immer seltener wird, und in Folge von Nichtgebrauch und Vererbung die Fähigkeit der Milcherzeugung[1] mehr und mehr schwindet, ist manche junge Mutter, deren Grossmütter und Urgrossmütter schon nicht mehr gestillt haben, oft beim besten Willen nicht im Stande, ihre heiligste Pflicht zu erfüllen. Es sollte daher, so lange es noch Zeit ist, kein Mittel unversucht gelassen werden, um dieser folgenschweren Entartung Einhalt zu gebieten. Nebenbei sei bemerkt, dass Schwund der Brustdrüsen auch die Schönheit der weiblichen Gestalt beeinträchtigt.

Je lebenskräftiger ein Kind geboren, je besser seine Ernährung im Säuglingsalter ist, desto ungestörter werden Wachsthum und Entwickelung verlaufen, desto grösser ist die Aussicht auf ein langes und gesundes Leben. Da aber die durch die Kultur geschaffenen Lebensbedingungen heutzutage weder bei arm noch reich den natürlichen entsprechen, erfordert die leibliche, so oft über der geistigen vergessene Erziehung die grösste Aufmerksamkeit, um die unvermeidlichen, hauptsächlich durch das Zusammenwohnen in den Städten hervorgerufenen Schädlichkeiten wenigstens einigermassen wieder auszugleichen. Der spätere Gelehrte oder Beamte wie der künftige Bauer oder Arbeiter, sie alle werden vom sechsten Jahre an in die Schulbank gezwängt, strengen durch Lesen und Schreiben bei oft ungenügender Beleuchtung über Gebühr das in der Entwickelung begriffene Auge an, athmen stundenlang staubige und verdorbene Luft, drücken den nachgiebigen Brustkorb gegen die Tischkante und entbehren bei

---

[1] Vergl. den lehrreichen Vortrag von Bollinger auf der Anthropologenversammlung in Lindau 1899.

dem vielen Stillsitzen der nöthigen Bewegung. Ein gewisses Mass von Kenntnissen ist für Jeden unentbehrlich, und der Staat war daher vollständig im Recht, den Schulzwang einzuführen; nur sollte man nicht vergessen, dass dieser Zwang auch die Pflicht auferlegt, die Gefahren des Schulbesuchs möglichst zu vermindern. Die Anstellung von Schulärzten, die durch wiederholte Untersuchungen den Gesundheitszustand der Kinder und die Beschaffenheit der Lehrsäle überwachen, ist überall anzustreben. Ausserdem sollte der Lehrstoff hauptsächlich in den eigentlichen Schulstunden bewältigt, die Hausarbeit möglichst eingeschränkt werden; denn weit mehr als Erwachsene hat das Schulkind Bewegung in frischer Luft, geistige Erholung, Leibesübungen und ausreichenden Schlaf nöthig. Die Augen müssen durch Schauen in die Ferne die schädlichen Folgen der Naharbeit ausgleichen, Lungen und Brustkorb beim Laufen und Steigen sich dehnen und weiten, die Muskel durch möglichst vielseitige Anstrengung gleichmässig ausgebildet und gekräftigt werden; dadurch erwirbt sich das Kind einen Schatz von Gesundheit für's ganze Leben. Von der allergrössten Bedeutung sind häufige Bäder; denn abgesehen davon, dass sie mit dem hässlichen Schmutz auch viel Ansteckungsstoff[1] entfernen, erhalten sie die Haut geschmeidig, durchlässig und leistungsfähig. Auch während der kalten Jahreszeit darf das Baden, selbstverständlich in warmem Wasser, nicht ganz unterlassen werden, da Abwaschungen den Zweck nicht in gleicher Weise erfüllen, sobald aber das Wetter es gestattet, sollte die Jugend — Mädchen wie Knaben müssen schwimmen lernen — in den Fluthen der Flüsse, Seen, des Meeres sich tummeln und die für's Baden bestimmte Zeit nicht allzu knapp bemessen werden, da ausser dem Aufenthalt im Wasser für uns Kulturmenschen, deren Haut durch das ständige Tragen meist viel zu warmer und dichter Kleidung verweichlicht und ihrer Aufgabe entwöhnt ist, auch Luft- und Sonnenbäder[2] vom grössten gesundheitlichen Vortheil sind. Volksbäder gehören zu den wohlthätig-

---

[1] Edel hat in einem Fussbad 180 Millionen Bakterien, allerdings wohl meist harmlose, gefunden.

[2] In mancher Narrheit steckt ein Körnchen Vernunft, so haben trotz aller Schrullenhaftigkeit „Naturmenschen“ wie Ernst Mahner, der Maler Dieffenbach und Gustav Nagel darin recht, dass eine abgehärtete, gegen Kälte unempfindliche Haut ein mächtiger Schutz gegen Krankheit ist.

sten Einrichtungen und Stiftungen; auch der ärmeren Bevölkerung sollten jederzeit warme und kalte Bäder unentgeltlich zur Verfügung stehen. Eine abgehärtete und leistungsfähige Haut bietet den besten Schutz gegen die häufigen, unter dem Eindruck der bakteriologischen Entdeckungen vielfach unterschätzten, von manchen Aerzten sogar vollständig geleugneten Erkältungskrankheiten[1], die oftmals erst den empfänglichen Nährboden für Ansteckungen schaffen; wie der Acker durch Pflug und Düngung vorbereitet wird für die Aufnahme des Saatkorns, so werden die Schleimhäute durch Entzündung gelockert und durch vermehrte Absonderung gedüngt für die Aussaat der Bakterien. Selbstverständlich können wir aus den verschiedensten Gründen auf die Bedeckung unseres nackten Leibes nicht mehr verzichten, wir täuschen uns aber, wenn wir glauben, durch immer neue Hüllen unsere Widerstandsfähigkeit erhöhen zu können; dadurch wird die Haut nur schlaffer und verwöhnter, irgend eine Ritze findet der Zugwind doch, und trifft er eine unter zu dichter Decke schwitzende Stelle, so ist die Erkältung um so sicherer.

Die Ernährung während des Wachsthums muss zweckmässig und ausreichend sein, doch schadet hierbei ein Zuviel oft mehr als ein Zuwenig: langsam gewachsenes Holz ist fester und kernhafter als ein zu schnell aufgeschossenes. Gerade in dem gefährlichen Entwickelungsalter erzeugt zu reichliche und reizende Kost leicht eine bedenkliche Frühreife, während die sparsame Natur bei geringerer Zufuhr die Nährstoffe zunächst zum Wachsthum des Leibes und dann erst zur Ausbildung der Geschlechtswerkzeuge verwendet. Ein späterer Eintritt der Mannbarkeit bringt aber nur Vortheile mit sich, und die lichthaarige Menschenrasse, die dieses Erbtheil ihrer Entstehungsart verdankt, ist zweifellos schon dadurch allen dunkleren Rassen überlegen.

Auch bei den besten Anlagen, der zweckmässigsten Lebensweise bleibt, wie Jeder weiss, unsere Gesundheit von mancherlei Gefahren, von unzähligen kleinen Feinden, die uns das Mikroskop kennen gelehrt hat, bedroht, und es wäre Thorheit, die besonderen Schutzmittel, die uns die Wissenschaft an die Hand gibt,

---

[1] Dass die Erkältung von denkenden und erfahrenen Aerzten wieder nach Gebühr in Rechnung gezogen wird, zeigt ein sehr lesenswerther, wenn auch in einigem vielleicht zu weit gehender Aufsatz von Baelz „Ueber Erkältung, Klima, Rheumatismus u. s. w.“ Medizinische Woche 1901, No. 42—44.

zu verschmähen. Nur dürfen wir uns nicht der Täuschung hi
geben, als ob wir durch Vernichtung der Seuchenerreger, der
durch Anpassung harmloser Fäulnissbakterien ans Schmarotze
leben immer neue entstehen, alle Arbeit gethan hätten. Auss
der durch die angedeuteten Mittel möglichen Züchtung ein
gesünderen und widerstandsfähigeren Menschenschlags müssen w
unser Augenmerk vor Allem darauf richten, den gefährlich
kleinsten Lebewesen durch allgemeine gesundheitliche Einrichtung
und Massnahmen ihre Brutstätten in unseren Wohnungen zu en
ziehen; denn neben den angeborenen Eigenschaften und der lei
lichen Erziehung ist die Wohnungsfrage für die Volksgesundh
von ausschlaggebender Bedeutung. Licht,[1] Luft und Wass
sind zwar in unseren mit unheimlicher Schnelligkeit wachsend
Grossstädten nicht mehr so leicht zu beschaffen wie bei d
Einzelhöfen unserer Vorfahren, bleiben aber auch heute no
die wichtigsten und wirksamsten Schutzmittel der Gesundhei
Niemand wird verkennen, welche Schwierigkeiten zu überwinde
welche Opfer zu bringen sind, um auch den untersten Volksschichte
gesundheitlichen Ansprüchen genügende Wohnungen zu beschaffe
und doch darf sich der Volks- und Vaterlandsfreund nicht ab
schrecken lassen, gerade hier den Hebel anzusetzen. Was bishe
an verschiedenen Orten auf diesem Gebiete geleistet worde
berechtigt zu den besten Hoffnungen.

Als Beispiel für den hohen Werth ererbter Widerstand
kraft lassen Sie mich die Zahnpflege anführen: wer immer Schäd
unserer Vorfahren aus der Völkerwanderungszeit in der Han
gehalten, wird die tadellosen Gebisse bewundert haben. Of
sind bei alten Leuten die Zähne bis auf die Wurzeln abgenütz
Spuren von Fäulniss aber finden sich äusserst selten. Wen
wir auch bei der sonstigen Reinlichkeitsliebe der Germane
annehmen dürfen, dass sie ihre Zähne sauber gehalten, so fehlte
ihnen doch die zahllosen fäulnisshemmenden Mundwässer, mi
denen die Neuzeit uns beglückt hat, und doch, welch ei

[1] Die bakterientödtende Kraft des Lichtes, besonders der kalten, blauen violetten und ultravioletten Strahlen, ist immer mehr erkannt, durch das Finsen'sche Verfahren für die Heilkunde verwerthet und kürzlich durch eine von Dr. Bang erfundene und (Deutsche mediz. Wochenschrift) beschriebene Bogenlampe auf's Neue bestätigt worden.

Unterschied zwischen ihrem Gebiss und — trotz aller Sorgfalt und Pflege — dem durchschnittlichen von heute!

Da die weisse Rasse, in den Hauptkulturvölkern vertreten und kraft ihrer geistigen Ueberlegenheit zur Weltherrschaft berufen, ihr Erbtheil antritt und sich immer weiter über den Erdball verbreitet, gewinnt ihre Anpassungsfähigkeit an Himmel und Boden hervorragende Bedeutung. Es ist keine Frage, dass sie, seit ungezählten Jahrtausenden unter nordischem Himmel lebend, die zwischen den Wendekreisen herrschende Hitze schlecht erträgt und durch ihre Farbstoffarmuth, die sie bei Ausbildung ihrer sonstigen vortrefflichen Eigenschaften mit in den Kauf nehmen musste, gerade in heissen Ländern dunkleren Rassen gegenüber im Nachtheil ist. Auf der anderen Seite gibt gerade dem weissen Mann eine hochentwickelte Wissenschaft zahlreiche Fingerzeige und Hilfsmittel, mit denen er, bei vernünftiger Lebensweise und Mässigkeit, besonders in Genuss geistiger Getränke, auch in den heissesten Ländern sich gesund[1] und

[1] Dass die verschiedenen Menschenrassen, abgesehen von ihrer Lebenskraft und Widerstandsfähigkeit überhaupt, für einzelne Krankheiten mehr oder weniger empfänglich sind, ist bekannt. Im Allgemeinen kann man, so widersinnig es auch zuerst klingen mag, sagen, dass jede Rasse gegen diejenigen Krankheiten am unempfindlichsten und am besten geschützt ist, die in ihrer Heimath vorherrschen, so die dunkeln Südrassen gegen Sumpffieber aller Art, die hellen Nordrassen gegen Entzündungen der Schleimhäute; denn im Lauf der Zeiten sind immer die empfänglichsten und schwächlichsten Menschen unterlegen und so durch die natürliche Auslese ausgemerzt worden, oder die Ueberlebenden haben sich durch ein- oder mehrmaliges Ueberstehen von ansteckenden Krankheiten einen Schutz erworben, der sich durch Vererbung von Geschlecht zu Geschlecht verstärkt. Versetzt man ohne Uebergang Nordländer an den Gleicher oder umgekehrt, so werden sie unter den völlig veränderten Witterungs- und Bodenverhältnissen in der Mehrzahl zu Grunde gehen. Ebenso fordert eine in ihrem ursprünglichen Verbreitungsgebiet ziemlich harmlose Ansteckungskrankheit, wie z. B. die Masern, zahllose Opfer, wenn sie unter einen fremden Himmelsstrich verschleppt, auf ein früher von ihr verschontes Volk übertragen wird. Der Krebs, höchst wahrscheinlich keine ansteckende, sondern nur unter besonderen Umständen übertragbare Entartungskrankheit, scheint vorzugsweise gewisse Mischrassen zu befallen. Während er die Südrassen fast ganz verschont, ist er z. B. im Land Italien nach Kruse (München. Med. Wochenschrift, 1901 Nr. 48) entschieden „von der Rasse seiner Bewohner abhängig". Da die Krebskrankheit vom Norden wie vom Süden gegen die Mitte unseres Welttheils an Häufigkeit zunimmt, scheint sie für die reinen europäischen Rassen weniger gefährlich zu sein, als für die der Kreuzung beider mit Homo brachycephalus entstammenden Mischlinge.

arbeitsfähig erhalten kann. Dauernde Eingewöhnung freilic wird für den Nordeuropäer in den Gebieten zwischen den Wend kreisen ohne Einbusse seiner hervorragenden Eigenschaften nicl möglich sein. Aber das ist im Grunde kein Nachtheil. Bleil die Tüchtigkeit und Vermehrungsfähigkeit der Rasse im Mutte lande erhalten, so muss ja doch für stetigen Abfluss des Be völkerungsüberschusses gesorgt werden. In Bergländern mi gemässigtem Klima kann auch am Gleicher Ackerbau und Vieh zucht nach heimischer Sitte betrieben werden und aus wenige Ansiedlern ein kräftiger Bauernstand, immer und überall di „Stütze der Gesellschaft“, heranwachsen. In den heissen Nieder ungen dagegen muss sich der Europäer mit der Rolle de Kaufmanns, Aufsehers und Verwalters begnügen und die ein geborene Bevölkerung durch zweckmässige, von Grausamkeit wi Verhätschelung sich gleich fern haltende Behandlung zur Arbei heranziehen. Vor Rassenmischung, obgleich sie unter Umstände die Angewöhnung erleichtert, muss sich der Weisse hüten, wen er nicht auf seine Herrenstellung verzichten will, und Misch linge — das mag hart klingen, ist aber unbedingt nothwendi — dürfen nie als ebenbürtig gelten. Aber auch bei völlige Reinhaltung der Rasse würde unter der Tropensonne nach weniger Geschlechterfolgen Thatkraft, Arbeitslust und Erfindungsgeis erschlaffen. Ohne ständigen Zufluss frischen, lebenskräftigen Blute aus der alten Heimath muss jede Ansiedelung in heisser Ländern verkommen. So werthvoll und nothwendig Kolonien für gesunde und vermehrungsfähige Völker auch sein mögen, im heimischen Boden sind und bleiben doch immer die „starken Wurzeln unsrer Kraft“.

Diskussion
über den Vortrag des Herrn Dr. L. Wilser.

Herr Prof. **Schröder** möchte den so beherzigenswerthen Worten des Vortragenden aus eigenen und mittelbaren Erfahrungen Einiges hinzufügen.

Eine Tendenz zur Verschlechterung der altgermanischen Rasse kann auch darin erblickt werden, dass wir unter den 34 hier Anwesenden nicht weniger als 20 mit Augengläsern Bewaffnete sehen. An der zunehmenden Kurzsichtigkeit ist unstreitig die Schule zu einem guten Theil schuld, insbesondere durch Nichtgewährung vernunftgemässer Pausen zwischen den Unterrichtsstunden, indem sie die Schüler zwingt, ganze zwei, im Sommer (7—10 Uhr) wohl auch drei Stunden hintereinander die Augen auf keine grössere Entfernung als die des Pultes oder der Schultafel zu accommodiren. Welche Wirkung dieses haben muss, kann man sogar an Thieren sehen, indem der blöde Blick unserer, wohl durchweg für kurzsichtig zu erachtenden Rinder auffallend kontrastirt mit dem Blick der auf Alpenmatten heranwachsenden Schweizer Kühe. Ich habe die Forderung eines „akademischen Viertels“ bei jeder Unterrichtsstunde, auch — und erst recht — bei den niederen Schulen (mit obligatorischem Verlassen des Schullokals und Begebung auf die Spielplätze) s. Z. in einer Folge von Zeitungsartikeln vertreten (Bad. Landeszeitung von 1883 Nr. 51, 54, 58), gleichsam als Vermächtniss bei meinem Uebergang vom Gymnasium an die Hochschule, doch leider, ohne den gewünschten Erfolg zu sehen.

Spielplätze sollten freilich auch immer vorhanden sein. Aber hier ist zu rügen, dass während man kostspielige Konzerthallen und Opernhäuser für die Unterhaltung der Erwachsenen baut (nicht zu reden von den Wirthschaften), für das Vergnügen der armen Kleinen oft so gut wie nichts geschieht (und wie genügsam pflegen diese doch zu sein; ein Bauplatz mit ein paar Sandhaufen!). Diese sind vielmehr zu ihrer

Erholung von Schul- und häuslichen Arbeitsstunden in vielen Stadttheilen lediglich auf die Strasse angewiesen, die Strasse mit ihrem stets sich steigernden und nebenbei durch Fahrräder, Autos etc. und elektrische Tramwägen auch immer gefährlicher werdenden Verkehre!

Hoffen wir, dass Schul- und Stadtärzte auf Beseitigung all dieser Mängel unermüdlich hinwirken!

In Bezug auf Körperpflege und Verweichlichung muss ich sagen: es beelendet mich immer, wenn ich die jungen Leute von heute, selbst in den warmen Sommermonaten, in eleganten Ueberziehern dahergehen sehe. Man weiss oft nicht, ob das auf Rechnung von Eitelkeit oder von Verweichlichung zu setzen ist (jedenfalls hat es die letztere zur Wirkung), und könnten vielleicht, soweit Studierende in Betracht kommen, unsere Anstaltsärzte, von denen zwei anwesend, hier gelegentlich ein Veto einlegen.

Von Interesse dürfte sein, dass es in vielen Staaten der Union Nordamerikas, wenn nicht in allen sicher z. B. in New-York und in Maryland, gesetzliche Bestimmung ist, dass kein Wohnhaus ohne eine Badestube errichtet werden dürfe. Die Wohlthat einer solchen konnte ich mir hier erst seit meinem jüngsten Umzug verschaffen; und verdiente es wohl der Erwägung, ob nicht auch bei uns auf Derartiges hinzuwirken wäre.

Die Fähigkeit der Mütter, ihre Kinder selbst zu stillen, war, wie mir aus meinem dortigen Aufenthalt erinnerlich, besonders in der Schweiz selten geworden und wurde von den dortigen Aerzten dies der fortgesetzten Inzucht zugeschrieben, den Heirathen zwischen Verwandten, wie sie neben den natürlichen oreographischen und klimatischen Verhältnissen auch künstlich die Gesetzgebung allzulange begünstigt hatte. Bis an die sechziger Jahre hatte sich nämlich die Schweiz 23 verschiedener Ehegesetzgebungen erfreut (etwa wie wenn wir in Baden deren 18 hätten). Nicht nur erschwerten diese vielfach das Heirathen zwischen Bewohnern entfernter Landestheile, indem z. B. im einen Kanton die Braut erst auf der Kanzel ausgerufen werden konnte, nachdem sie im Kanton des Bräutigams das Bürgerrecht erworben hatte, im letzteren dieses nicht erwerben konnte, bevor sie daheim von der Kanzel ausgerufen war; sondern es waren auch steigende Geldbussen darauf gesetzt bis zu Hunderten und Tausenden von

Fränkli, wenn jemand ein Mädchen aus dem andern Ort, oder andern Kanton oder gar ein Schwabenmädchen freite. Daher dann das Ueberhandnehmen gleicher Namen, sodass es z. B. in dem Marktflecken Langenthal an der Berner Grenze 2000 Personen gab, namens Geiser (und zur Bezeichnung einer bestimmten von diesen ein ganzes Ende ihres Stammbaumes hergezählt werden musste).

Endlich die „Junggesellensteuer“ betreffend möchte ich bekennen, dass ich vom Standpunkt eines solchen nichts gegen sie einzuwenden hätte unter der Bedingung, dass damit auch die Einführung einer „Korbsteuer“ Hand in Hand ginge. Denn wenn einmal die Unterlassung einer Handlung unter Strafe gestellt werden soll, bei der Zweie zusammenwirken müssen, wäre es doch offenbar unbillig, bloss den willigen Theil zu verfolgen, und den widerstrebenden leer ausgehen zu lassen. Habe ich aus dem Vortrag gelernt, dass jener Vorschlag schon vor mehr als 2 Jahrtausenden im Ernste gemacht worden, so kann ich andrerseits versichern, dass dieser Gegenvorschlag auch nicht von mir herrührt, weshalb ich mir gestatten darf, den Witz einen guten zu nennen.

Herr Geheimerath Dr. **Battlehner** beklagt, dass die Schuljugend viel zu früh, und zwar meist durch die Lehrer veranlasst, Augengläser zu tragen anfange; dies könnte vermieden werden, wenn den Kindern ihre Plätze nach der Beschaffenheit ihrer Augen angewiesen würden.

Herr **Otto Ammon.** Herr Dr. Wilser hat uns heute einen sehr interessanten Vortrag gehalten, bei dem er von der Entstehung der europäischen Hauptrasse ausging. Was er hierüber gesagt hat, scheint mir ein richtiges Bild der Entwickelung zu geben. Mit Ausnahme der Vererbung erworbener Eigenschaften, die zwischen ihm und mir schon lange eine Meinungsverschiedenheit bildet, bin ich in den wesentlichen Punkten mit ihm einverstanden. Ich will für unsere Ansichten kein grösseres Gewicht beanspruchen, als der Umstand rechtfertigt, dass zwei Personen, die sich mit dem Studium eines Gegenstandes befassen, dahin gelangt sind, sich von demselben ein annähernd gleiches Bild zu machen. Diese Uebereinstimmung verstärkt immerhin die Wahrscheinlichkeit der Ergebnisse. Ich möchte mir nur erlauben, Bemerkungen zu einigen Einzelheiten zu machen.

Herr Dr. Wilser hat nach Strabo angeführt, dass man die 10 edelsten Jünglinge und die 10 edelsten Jungfrauen miteinander zu verheirathen pflegte, um die Rasse zu verbessern. Es leuchtet mir nicht ein, dass auf diese Weise der Durchschnitt der Rasse gehoben werden konnte. Man wird durch die Paarung der edelsten Individuen allerdings einzelne hervorragende Ergebnisse erzielt haben, und das war wohl auch der Zweck. Was werden aber die übrigen Individuen gethan haben? Sie haben sich jedenfalls auch gepaart, nach ihrer freien Wahl, und sie werden bei ihrer Nachkommenschaft ein Durchschnittsmass erzielt haben, welches ebensoviel unter dem Gesammtdurchschnitt blieb, wie das der 10 Auserwählten über demselben war. Eine Erhöhung des Gesammtdurchschnittes ist auf diese Weise nicht durchzuführen, sondern nur durch Selektion. Nur wenn den Minderwerthigen die Fortpflanzung erschwert oder wenn sie ganz verhindert wird, kann sich der Durchschnitt heben. Im Alterthum war es gewiss in vielen Volksgemeinschaften der Fall, dass die Minderwerthigen eine weniger zahlreiche Nachkommenschaft erzielten, als die Hochstehenden, und dann musste nothwendigerweise eine allmähliche Hebung des Durchschnittsniveaus eintreten.

Gehen wir über zur Gegenwart, so erkennen wir an der Hand des Gesagten, dass wir uns in einer verkehrten Selektion befinden. Die Männer, die durch Begabung und Wissen eine hohe individuelle Stufe einnehmen, sind in der Regel nicht in der Lage, frühzeitig zu heirathen. Sie haben bis zum 24. oder 25. Jahre zu studieren (das Jahr des Militärdienstes eingeschlossen), dann sollten sie noch Reisen unternehmen, um die Welt zu sehen, und wenn sie zurückkommen, haben sie noch keine Stellung im bürgerlichen Leben, die ihnen die Gründung eines eigenen Herdes gestattet. Sie müssen sich in freien Berufen oder im Staatsdienst erst eine solche Stellung erwerben, und dabei mögen sie leicht 30 Jahre alt werden, bevor sie zur Ehe schreiten können. Das Einkommen der gebildeten Klassen ist in der Regel so bemessen, dass ihnen die standesgemässe Erziehung mehrerer Kinder schwer fällt. Unter standesgemäss verstehe ich, dass sie in der Lage sind, ihre Kinder mindestens mit der nämlichen Bildung auszustatten, die ihnen zu Theil geworden ist, und dass sie allgemein so leben können, wie es Leuten mit vorwiegend geistiger Arbeit ein Bedürfniss ist. Dem gegenüber steht die untere soziale Schicht,

die mit 18—20 Jahre ihre Lehre beendet hat und nach Ableistung des Militärdienstes, also mit 22—24 Jahren in der Regel heirathet, alsdann auch eine beliebig grosse Kinderzahl erziehen kann. Denn der Kinderreichthum in einfachen Familien bildet nur bis zu einer gewissen Höhe eine Ursache von Ausgaben, nämlich solange noch kein Kind aus der Schule ist und mitverdienen kann. Ist der Zeitpunkt erreicht, dass für jedes nachkommende Kind ein anderes die Schule verlässt, so ist in der Regel die Noth vorüber. Die verdienenden Kinder tragen einige Jahre, bis sie selbständig werden, zu den Kosten des Haushaltes bei und in solchen Familien herrscht oft ein verhältnissmässiger Wohlstand im Vergleich mit anderen der nämlichen sozialen Stufe.

Die Gegenwart hat dieses soziale Problem nicht begriffen. Die Einführung einer Junggesellensteuer würde nur das Symptom des Uebels treffen, nicht dessen Ursachen. Man müsste vielmehr das Einkommen der Beamten und Gelehrten bedeutend erhöhen, um ihnen die Eingehung einer frühzeitigen Ehe zu ermöglichen. Wenn man aber die Aeusserungen der öffentlichen Meinung verfolgt, so gehen diese immer dahin, dass hauptsächlich den unteren Beamtenklassen aufgebessert werden müsse und dass die oberen nichts brauchen. Man begnügt sich bei letzteren bestenfalls mit einer Erhöhung von geringerem Prozentbetrag. Der Staat hätte es in der Hand, mit den Besoldungen eine rationelle Sozialpolitik zu treiben; aber dieser Gesichtspunkt liegt ihm noch ganz ferne. Nicht nur, dass er den verheiratheten und den ledigen Beamten die gleiche Besoldung gewährt, er denkt nicht einmal daran, das Wohnungsgeld verschieden abzustufen, obwohl doch anzunehmen ist, dass ein verheiratheter Mann eine grössere Wohnung braucht als ein lediger. Hier den Verhältnissen Rechnung zu tragen, wäre wirksamer als eine Junggesellensteuer. Durch die bisher verfolgte Politik werden die gebildeten Klassen relativ immer schlechter gestellt, ihre Ehelosigkeit wird befördert, das Uebel vergrössert. Während die Leute, die durch persönliche Anlagen im Stande waren, ihren Platz zu erringen, an der Uebertragung ihrer Eigenschaften auf eine zahlreiche Nachkommenschaft gehindert werden, werden die weniger Tüchtigen, die sich nicht heraufzuschwingen vermochten, zur Erzielung eines ihnen gleichenden Nachwuchses in den Stand gesetzt. Wenn ich sage, ihnen gleichenden, so meine ich natürlich

im Durchschnitt. Es wird nicht bestritten, dass in einzelnen ihrer Kinder besonders günstige Kombinationen von Anlagen eintreten können, aber bei anderen ist auch das Gegentheil der Fall und im Grossen und Ganzen gilt der Satz: Gleiches erzeugt Gleiches.

Es wird schwer, fast unmöglich sein, solchen Anschauungen Bahn zu brechen, denn sie widersprechen allem, was auf der politischen Bühne dargestellt wird, dem Grundsatz der Gleichheit aller Menschen, der zu einer völligen Nivellirung der Standesunterschiede hinstrebt, und insbesondere auch dem Popularitätsbedürfniss, das unsere Gesetzgeber mehr und mehr beseelt. Wollte sich einer derselben zu obigen Ansichten bekennen, so würde er bald von der Bühne verschwinden. Wer aber einer vernünftigen, auf Kenntniss der Naturgesetze beruhenden Anschauung huldigt, wird sich dadurch nicht abhalten lassen, das, was er für wahr hält, offen auszusprechen, und er wird sich dem Meinungsterrorismus der Massen so wenig unterwerfen, wie er sich gegenüber irgend einem anderen Terrorismus unterwerfen würde.

Es ist ein unermesslicher Schaden für die Gesammtheit, der dadurch entsteht, dass hochbegabte, charakterfeste Männer so selten in die Lage versetzt sind ihre Gaben auf eine zahlreiche Nachkommenschaft zu übertragen. Was durch die geschilderte Einschränkung für immer erstirbt, ist ein grösserer Verlust als der schlechte Ausfall einer Getreide- oder Weinernte. Hielte ich die Vererbung erworbener Eigenschaften für richtig, so müsste ich den Verlust noch höher einschätzen als ich es thue.

Die Folgen der verkehrten Auslese treten nicht sofort vor Augen, aber sie bleiben nicht aus. Es bedarf einer längeren Periode, um sie sichtbar zu machen. Wenn wir beobachten, wie heutzutage alles Hohe erniedrigt, alles Ernste verspottet, das Talent missachtet und das Ungesunde oder Schwache gehätschelt wird; ferner wie die sog. öffentliche Meinung mehr und mehr sich dem Alltäglichen, Gewöhnlichen, um nicht zu sagen dem Gemeinen zuwendet, kurz, wie alles verpöbelt wird, so mag man schon deutliche Anzeichen des Rückschrittes bemerken.

Herr Dr. Wilser hat auch die Verzögerung des Eintrittes der Pubertät für wünschenswerth erklärt. Der Zeitpunkt der Pubertät ist grossen individuellen Schwankungen unterworfen, weit grösseren, als man gewöhnlich annimmt. Er wird vorgerückt oder hinaus-

geschoben je nach dem Abschluss der physiologischen Bilanz. Kinder mit geringer Ernährung und reichlicher Bewegung wachsen langsam und entwickeln sich spät; umgekehrt ist es bei wohlgenährten Kindern mit wenig körperlicher Bewegung. Welche Faktoren hierauf Einfluss haben, das konnte ich überraschend beobachten an den Knaben aus einem unserer Harddörfer. Schon als Kinder hatten sie täglich den Weg nach Karlsruhe zu machen, zwei Stunden hin und ebensoviel zurück, um den ganzen Tag Haus um Haus abzusuchen als Verkäufer von Kienholz oder Veilchen u. s. w. je nach der Jahreszeit. Später wurden sie Speissträger bei den Bauten. Sie kamen als solche erst um 9 Uhr Abends nach Hause und mussten schon Früh 4 Uhr wieder aufstehen, hatten also auch wenig Schlaf. Fast alle diese Knaben entwickelten sich sehr spät. Mit 17 oder 18 Jahren sahen sie wie 14- oder 15jährige Stadtjungen aus. Nun wurde im Lauf der letzten Jahre nicht bloss die Arbeitszeit der Maurer abgekürzt und der Lohn erhöht, sodass eine bessere Ernährung Platz greifen konnte, sondern, was viel wichtiger war, es entstand eine Eisenbahn nach jenem Dorfe. Die Knaben fahren jetzt hin- und zurück, können auch länger schlafen, und die Folge ist, dass die Pubertät früher einsetzt. Der Unterschied war bedeutend, denn die physiologische Bilanz hatte durch erhöhte Einnahmen bei gleichzeitig sehr ermässigten Ausgaben von Energie eine gründliche Aenderung erlitten.

Das Musterungsgeschäft zeigt ein bedeutendes Schwanken der Reife bei den verschiedenen Individuen. Der Durchschnitt für das Pubertätsalter ist bei den Wehrpflichtigen ländlicher Abkunft etwa 17 Jahre, bei städtischen Eingewanderten etwa 16 Jahre, bei stadtgeborenen Knaben etwa 15½ Jahre, es geht aber bei den Söhnen vermöglicher Bürgerfamilien auf 13½—14 Jahre und in einzelnen Fällen bis auf 12½ Jahre herunter. Auch nach oben schwankt es selbstverständlich über das Mittel hinaus, und wir begegnen Wehrpflichtigen von 20 Jahren, die noch vollständig kindlichen Habitus besitzen. Unter 6800 ländlichen Wehrpflichtigen Badens waren es 68, also genau 1 Proz. Unter den 21jährigen ländlichen Zurückgestellten kamen solche knabenhafte Individuen auch noch vor, unter den 22jährigen bloss ganz vereinzelt, und unter der städtischen Bevölkerung waren sie überhaupt fast verschwindend.

Man wird zugeben, dass eine Variationsbreite (Abänderungs-
spielraum) von über 8 Jahren, von $12^{1}/_{2}$ bis 21 sehr gross ist
auf das Durchschnittsalter von 17 Jahren berechnet macht di
Schwankung 50 Proz. aus, und zwar so ziemlich gleich 25 Pro
nach oben und nach unten. Welche Bedeutung die frühe Ent
wickelung für die hygienischen, sozialen und moralischen Be
ziehungen hat, ergibt sich aus der folgenden Betrachtung. Ei
Individuum, das mit $12^{1}/_{2}$ Jahren mannbar wird und mit 30 Jahre
eine Ehe schliessen kann, muss über 17 Jahre im geschlechts
reifen Zustand warten, bis er seine natürlichen Triebe auf legitim
Art befriedigen kann. Ein junger Arbeiter oder Bauer, der mi
16 oder 17 Jahren die Reife erlangt, heirathet mit 23, und wen
er vom Heeresdienst befreit ist, oft schon mit 21 Jahren, als
unmittelbar darnach. Es lässt sich leicht ausdenken, welch
Folgen diese tiefgreifenden Unterschiede haben, und es ist gewis
ein Vortheil für jeden Knaben, spät entwickelt zu werden.

Unsere Schuleinrichtungen mit den vielen Sitzstunden
denen sich noch häusliche Arbeiten anreihen, wirken aber geradez
daraufhin, die physiologische Bilanz in dem entgegengesetzte
Sinn zu beeinflussen. Gute Ernährung bei geringer Bewegung
dazu die Störungen des Blutumlaufes durch die gekrümmte Haltung
die Anhäufung des Blutes im Unterleib, das sind lauter nich
mehr gut zu machende Schädlichkeiten von grosser Tragweite
Das Bestreben, auch auf dem Lande die Ganztagsschule allgemei
zu machen, beruht auf einer Ueberschätzung des Werthes de
Unterrichts, des „Drills", und auf einer Unterschätzung des Be
dürfnisses der Jugend nach körperlicher Bewegung. Man sollt
vielmehr dahin wirken, dass der Halbtagsunterricht an unsere
Mittelschulen zur Wahrheit wird, was er zur Zeit nicht ist. Den
an die fünf Vormittagsstunden reihen sich eine oder zwei Nach
mittagsstunden an einem oder zwei Tagen der Woche. Wen
es auch nur eine ist, so zerschneidet sie den Nachmittag so
dass von einer ausgiebigeren körperlichen Bewegung (Ausflug
Schlittschuhlaufen, Rudersport etc.) in der Regel keine Red
mehr sein kann, zumal im Winter, wenn die Tage so kurz sind

Wie unnatürlich unsere Verhältnisse geworden sind, zeigt sich
auch an der Verschönerungstendenz, alle freien Plätze der Stadt
auf denen Kinder spielen konnten, mit gärtnerischen Anlagen
zu versehen und diese einzuzäunen. Mir gefällt ein Platz vol

spielender Kinder besser als das schönste Blumenbeet. Als ich aber in einem Verein mit dem Antrag hervortrat, den damals noch wüst liegenden Sonntagsplatz, auf dem Kinder nothdürftig spielen konnten, dem Stadtrath zu besserer Entwässerung und zur Herstellung als Spielplatz vorzuschlagen, stiess ich auf den Widerspruch aller Besitzer und Miether der umliegenden Häuser und musste meinen Antrag zurückziehen. Ein Volk, das an den Spielen seines Nachwuchses keine Freude mehr hat, sondern nur den Lärm fürchtet, befindet sich in einem vorgerückten Stadium von Nervosität.

Was die Bäder betrifft, so bedaure ich das Abkommen der offenen Bäder in unserer Umgebung, denn das Baden in geschlossener Schwimmhalle kann das Baden im Freien nicht ersetzen. Ich möchte wissen, ob schon Jemand bakteriologische Untersuchungen des Wassers von öffentlichen Schwimmhallen angestellt hat. Aber auch wenn diese günstig ausfallen sollten, so bliebe doch der Mangel des direkten Sonnenlichtes bestehen, dessen grossen reinigenden und antiseptischen Einfluss Herr Dr. Wilser geschildert hat. Karlsruhe besass bis vor Kurzem ein praktisch gelegenes Bad im Lautersee. Es wurde von Arbeitern der an der Beiertheimer Allee gelegenen Fabriken nach Feierabend und von Schulknaben fleissig benutzt. Aber die Prüderie nahm Anstoss daran, dass die Spaziergänger von der Apfelallee aus oder von der Seepromenade die Freischwimmer sehen konnten, und das Bad musste weg. Es ist wirklich belustigend, dass der Anblick eines Schwimmenden dort anstössig war. Wer die Schwimmfeste im Vierordtsbade besucht, der kann gegen ein kleines Eintrittsgeld die Schwimmkünste von jungen Herren und jungen Damen bewundern, und ein zahlreiches Publikum beider Geschlechter ergötzt sich an dem Schauspiel, in dem noch niemand etwas Ungehöriges gefunden hat.

Was die Zähne und die Augen betrifft, so glaube ich, dass die eingetretene Verschlechterung auf dem Wegfall der natürlichen Auslese beruht. Gewiss hatten unsere Vorfahren eine rationelle Zahnpflege, denn sogar bei den Wilden Innerafrikas sahen Reisende, wie sie nicht nur durch Zahnstocher die Zwischenräume der Zähne von Speiseresten befreiten, sondern durch bleistiftdicke Hölzchen, an denen durch Aufstossen auf einen Stein ein sog. „Bart“ erzeugt war, die Flächen der Zähne reinigten. Aehnlich wird es

auch bei den alten Germanen gewesen sein. Aber wenn di
Reinigung genügen würde, so müssten viele Leute gute Zähn
haben, die längst falsche tragen. In den alten Zeiten war ei
gutes Gebiss zur Existenz nöthig. Schlechte Zähne konnten di
rauhen Nahrungsmittel nicht bewältigen, und die Individuen mi
schlechten Zähnen wurden durch Magen- und Darmkrankheite
ausgemerzt. Künstlichen Zahnersatz gab es nicht, und ein
Anleitung zum Kochen für Magenkranke auch noch nicht.

Ebenso machte Kurzsichtigkeit untauglich zum Bestehe
des Kampfes ums Dasein. Die Erfindung der Brille erhält di
kurzsichtigen Individuen und setzt ihre Tüchtigkeit nahezu der-
jenigen der Normalsichtigen gleich. Das Aufhören der Selectio
muss aber dazu dienen, die Kurzsichtigkeit, die kein störende
Gebrechen mehr ist, in immer weitere Kreise zu verbreiten.

Ich möchte deswegen die Schuld an der Kurzsichtigkeit nich
den Schulen allein aufbürden. Gewiss haben sie früher zu
Vermehrung der Kurzsichtigkeit beigetragen, indem sie mit de
der Billigkeit wegen möglichst eng und klein bedruckten Schul-
büchern eine Gelegenheitsursache boten. Aber die wirksamste
Ursache der Zunahme der Brillenträger in unserem Volk dürfte
in dem Aufhören der Selektion zu suchen sein, woran die Schule
unschuldig ist. Immerhin war es gut, dass man durch geeig-
neteren Druck, durch grössere Helligkeit der Schulzimmer u. s. w.
zur Schonung der Augen beigetragen hat.

Herr Dr. Wilser hat auch die Tropenhygiene berührt, die
im Hinblick auf unseren Kolonialbesitz von steigender Wichtig-
keit für uns ist. Da wir wenig Kolonien haben, die sich für weisse
Ansiedler eignen, liegt die Gefahr der Rassenmischung für die
in Kolonien lebenden Deutschen nahe. Für die daraus ent-
springenden Mischlinge sollte der Satz Geltung haben, der bei
unseren germanischen Vorfahren Rechtens war, dass die Kinder
aus Mischehen der ärgeren Hand folgen. Andernfalls entstehen
für das Mutterland die grössten Unzuträglichkeiten. Die Portu-
giesen, die früher ein grosses Kolonialreich besassen, haben aus
demselben so viel farbiges Blut in ihre Heimath verschleppt,
dass ihre eigene Rasse merklich dadurch beeinflusst wurde. Die
Bewohner Portugals haben eine sehr dunkle Hautfarbe und können
auch in psychischer Beziehung nicht mehr als ein unvermischter
Zweig der weissen Rasse angesehen werden. Anders in dem ger-

manischen Holland, wo man ein stärkeres Gefühl für den Blutunterschied hatte, als bei den Iberern. Die Holländer liessen die Mischlinge meist in den Kolonien zurück. Das war anscheinend eine Härte, in Wirklichkeit war es keine. Denn unter den Farbigen konnten die Mischlinge sich als etwas Besseres bewähren, während sie in Europa doch nur zum Ausschuss geworfen worden wären. Eine gewisse Selbstüberwindung aus Rücksicht auf das Volksganze muss von dem Einzelnen, der sich in eine solche Lage bringt, gefordert werden.

Es ist ein Verdienst des Majors Leutwein, dass er versuchte, in der einzigen für die Ansiedelung Weisser geeigneten Kolonie, die wir besitzen, die Frauenfrage durch den Bezug weisser Landsmänninnen zu lösen; dass dies im Reichstag von einer Seite getadelt wurde, ist kein Beweis dagegen. Durch die Ansiedelung einer Anzahl von Burenfamilien in Deutsch-Südwestafrika geschieht ein weiterer Schritt zur Lösung dieser Frage. Die Buren haben sich verpflichtet, ihre Kinder deutsch erziehen zu lassen, und ihre Töchter werden zu Stammmüttern einer deutschen Bevölkerung werden. Das müssen wir begrüssen, denn wenn der weisse Mann wählen kann, verschmäht er das farbige Blut. Die Gefahr einer Mischlingsbevölkerung in den Kolonien besteht darin, dass mit der Zeit unfehlbar die Losreissung vom Mutterland erfolgt. Diese Gefahr erscheint nunmehr für Deutsch-Südwestafrika beschworen.

Herr Direktor **Treutlein**. Mehrfach ist im Verlaufe des Abends die Schule erwähnt worden; es möge darum auch einem Schulmann gestattet sein, das Wort zu ergreifen. Es geschieht, um an einige gefallene Aeusserungen Bemerkungen anzuknüpfen.

Erstens, anknüpfend an eine Aeusserung Schröders, muss gesagt werden, dass es heute in den Schulen betreffs Gesundheitspflege doch vielfach besser bestellt ist; vielfach sind jetzt Pausen in den Gang des Unterrichts eingeschoben. So bestehen z. B. am Reformgymnasium bei sog. fünfstündigem Vormittagsunterricht nach der zweiten Unterrichtsstunde 20 Minuten Pause, nach der ersten und dritten Stunde je 5, nach der vierten Stunde 10 Minuten Pause; in den grossen Pausen müssen die Schüler das Klassenzimmer verlassen und die Zimmer werden gelüftet.

Zweitens, anknüpfend an eine Aeusserung Battlehners, muss gesagt werden, dass doch in Bezug auf Bestehen und Verschlim-

merung der Kurzsichtigkeit der Schüler nicht so sehr die Schul auf die Lehrer falle, weil diese die zu Kurzsichtigkeit neigende Schüler vorzeitig zum Gebrauche von Brillen veranlassen, j zwingen, sondern dass manchfach vielleicht die Hausärzte zu seh geneigt seien, zum Anschaffen und Tragen von Brillen zu rather Ueberhaupt mache doch die Schule nicht gar so selten die Er fahrung, dass Hausärzte in begreiflicher, aber nicht immer Gesund heit fördernder Weise durch Ausstellen von Entschuldigungs zeugnissen beihelfen, Schüler vom ganzen Turnunterricht ode von einzelnen Zweigen desselben zu befreien, in Fällen, bei denen ein nicht volles Aussetzen des Turnens vielleicht für den betref fenden Jungen besser wäre.

Drittens solle doch betreffs der Gesundheitspflege überhaupt darauf hingewiesen werden, dass für Beschaffung einer annähernd genügenden Zahl von ausreichend grossen Spielplätzen eifriger als dies jetzt geschehe, Sorge getragen werden müsste. Seit einigen Jahren habe er in der hiesigen Schulkommission wiederholt dafür gesprochen, solche Spielplätze zu gewinnen und einzurichten, die hiesige Gemeindevertretung habe auch ihr Einverständniss und ihre volle Zustimmung hierzu geäussert, habe auch einen Theil des Messplatzes dazu hergegeben und die Anfänge der Einrichtung geschaffen zum Benützen des Platzes für Spielen; aber eine weitere Ausgestaltung dieses Platzes oder die Beschaffung weiterer Plätze sei bislang unterblieben, wie Jedermann wisse, wegen Mangels der erforderlichen Geldmittel. Redner möchte aber alle Anwesenden dazu auffordern, möglichst für die Bereitstellung von Spielplätzen einzutreten und ihrerseits beizuhelfen, dass das im Bewegungsspiel der Jugend liegende Beförderungsmittel der Gesundheit zu seinem Recht komme.

Herr Medicinalrath Dr. **Leo Müller.** 1. Bei allen Schulkindern, die einen höheren Grad von Kurzsichtigkeit oder anderweitiger Sehstörung zeigen, ist die Bestimmung der etwa nothwendigen Brille durch einen Augenarzt unbedingt geboten, wenn nicht Schädigungen der Sehkraft und damit der Gesundheit und späteren Erwerbsfähigkeit die Folge eines laienhaften Experimentirens sein sollen.

2. Den Bestrebungen für Einrichtung von Kinderspielplätzen, womöglich auch im Innern der Stadt, stehen die Aerzte durchaus sympathisch gegenüber.

3. Wenn einzelne ärztliche Zeugnisse, um Kinder vom Turnunterricht zu dispensiren, aus Gefälligkeit gegen die Eltern sollten ausgestellt worden sein, so wären solche Fälle ganz entschieden zu verurtheilen. In seiner Allgemeinheit aber muss der Vorwurf des Herrn Direktor Treutlein gegen die Aerzte von diesen ebenso entschieden zurückgewiesen werden; denn die Herren Lehrer sind nicht in der Lage, zu erkennen, ob ein Kind, das etwa Anlage zu Lungen- oder Herzkrankheiten hat, durch die Anstrengungen und den unvermeidlichen Staub beim Turnen in seiner Gesundheit geschädigt wird, wohl aber ist der Hausarzt dazu im Stande, und er handelt dann nur pflichtgemäss, wenn er ein solches Kind vom Turnen dispensiren lässt, auch wenn noch keine für Jedermann erkennbare Krankheit vorhanden ist.

Herr Geh. Rath **Engler** erinnert daran, dass Herr Ammon in einem früheren sehr interessanten Vortrag ausgeführt habe, wie der Stammbaum einer auffallend grossen Zahl geistig hervorragender Männer in kurzer Linie auf das Land zurückführe, und dass die Eigenschaft hoher geistiger Bedeutung schon nach wenig Generationen einen — oft sogar auffallend plötzlichen — Rückgang gesunder Körperkonstitution erkennen lasse, der naturgemäss auch mit einem Nachlassen geistiger Leistungsfähigkeit verbunden sei. Redner glaubt deshalb, dass es zur Hebung der allgemeinen Intelligenz empfehlenswerther sei, statt bei zukünftiger Besserstellung der staatlich Bediensteten vorwiegend die höheren Beamtenklassen zu berücksichtigen, in höherem Grad der aufstrebenden unteren Kategorien zu gedenken, vor Allem aber auch, hervorragend begabten Söhnen Unbemittelter durch staatliche Unterstützung die Möglichkeit zu bieten, eine ihrer hohen natürlichen Begabung entsprechende geistige Ausbildung zu erlangen. Mit den Vorrednern erkenne er die Nothwendigkeit der Schaffung öffentlicher Plätze für Jugendspiele und körperliche Uebungen an und hofft, dass die massgebenden Faktoren des Staates und der Gemeinden dafür sorgen, dass wir den uns auf diesem Gebiete weit vorausgeeilten Engländern und Amerikanern endlich etwas näher kommen. Hinsichtlich der in dem Vortrage des Herrn Dr. Wilser berührten Zurückführung des Ursprungs von Seife und Bier auf die Germanen macht der Redner darauf aufmerksam, dass grosse Neuerungen und Entdeckungen sehr oft in gewissen Entwickelungsstadien der Kultur begründet seien, und

dass sie deshalb nicht selten zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten ganz unabhängig voneinander in die Erscheinung träten. Gerade für Seife und Bier scheine dies zuzutreffen, da man in Egypten jedenfalls die zur Seifenbearbeitung erforderliche Soda dargestellt, auch entsprechende Laugen beim Mumificiren angewendet habe, und zweifellos stehe fest, dass im gleichen Lande auch das Bier schon vor Tausenden von Jahren ein sehr beliebtes und in grosser Menge aus Getreide bereitetes Getränke gewesen sei.

Herr **Otto Ammon.** Mit den Bemerkungen des Herrn Geh. Raths Dr. Engler bin ich ganz einverstanden. Die gebildeten Klassen sind bei uns keine Kasten, die sich abschliessen. Der Eintritt ist jedem talentvollen Individuum ermöglicht, und wir sehen, dass beständig frisches Blut von unten emporsteigt. Dem Unbemittelten wird durch Stipendien und andere Erleichterungen geholfen, sicher mit dem besten Willen, wenn auch vielleicht nicht immer in der richtigen Weise, denn die Auswahl der Würdigen ist sehr schwierig und schliesst Missgriffe nicht aus, wie alle, die mit Vergebung von Stipendien zu thun haben, bestätigen werden. Das Unrecht besteht darin, dass wir den Leuten bis zum Staatsexamen vorwärts helfen, und sie alsdann mit einem Einkommen anstellen, das sie auf Jahre hinaus zum Junggesellenthum nöthigt, oft so lange, bis sie sich daran gewöhnt haben und auf die Eingehung einer Ehe verzichten.

Herr Prof. Dr. **Schröder.** Mit dem Rath des Herrn Geheimerath Battlehner, die Schulkinder möglichst lange vom Gebrauch der Augengläser zurückzuhalten, kann ich mich nicht einverstanden erklären. Solches dürfte sich nach meiner Meinung höchstens ganz am Anfang der sich einstellenden Kurzsichtigkeit empfehlen, solange sich die Augen sozusagen noch selbst aufraffen und bei geeigneter Diät, Schonung und Uebung die ihnen zugemutheten Fernaccommodationen noch leisten können. Sobald jedoch das Uebel einen solchen Grad erreicht hat, dass dies nicht mehr gelingt, geben die Augenmuskeln die über ihre Kräfte gehenden Accommodationsanstrengungen ganz auf, werden immer schwächer und bildet sich Blödsichtigkeit aus. Ich möchte den gerade entgegengesetzten Rath für besser halten und weise auf

lie verhängnissvollen Wirkungen eines etwaigen principiellen rrthums in dieser Frage hin. In meiner Knabenzeit verschlechterten sich meine Augen zusehends von Woche zu Woche, blieben edoch vom Moment des Gebrauchs einer Brille an so constant, lass die Schärfe der letzteren bloss nach dem zweiten Staatsxamen um eine Nummer gesteigert werden musste und heute ioch eine geringe ist. Der von mir auch Bekannten ertheilte Rath zum sofortigen Brillengebrauche wurde mir nach Jahren u. a. von dem Dirigenten Becker des berühmten Florentiner Quartetts) stets wärmstens verdankt.

Der **Vortragende** begrüsst freudig die überaus anregenden ınd lebhaften Erörterungen, die manches im Vortrag nur Getreifte in helleres Licht gerückt haben, und dankt den betheiligten Herren für die dadurch bekundete Theilnahme an den zur Sprache gebrachten Fragen.

So wenig schmeichelhaft der Vergleich klingen mag, das len natürlichen Lebensbedingungen entrückte Stallvieh zeigt loch, wie schon wiederholt hervorgehoben, in mehr als einer Hinsicht Aehnlichkeit mit uns Kulturmenschen. Auch die schädlichen Folgen der Inzucht sind schon früher beleuchtet worden.

Ein unwiderleglicher Beweis für die Vererbung erworbener Eigenschaften sind die erblichen Krankheiten, die durch die Auslese längst ausgemerzt sein müssten, wenn durch Vererbung während des Lebens erlittener Schädigungen nicht immer neue entstünden. Die Verschlechterung der Zähne und Augen ist, neben allgemeiner Schwächung der Rasse, einerseits auf zu geringen Gebrauch, anderseits auf Ueberanstrengung zurückzuführen; eine Mitwirkung der Auslese ist darum unwahrscheinlich, weil der Rückgang ganz allmählig erfolgt. Dass manche Augen durch fortgesetzte Naharbeit erheblich, andere kaum geschädigt werden, beruht auf ihrer in verschiedenem Masse ererbten Widerstandskraft.

Eine wohlerwogene, auf naturwissenschaftlicher Grundlage aufgebaute Ehegesetzgebung wird jedem Staatswesen den grössten Vortheil bringen; selbstverständlich müssen Erleichterung erwünschter und Erschwerung unerwünschter Eheschliessungen Hand in Hand gehen.

Nach dem bestimmten Zeugniss des älteren **Plinius** hab
jedenfalls die Römer die aus Fett und Asche bereitete Sei
durch die Gallier kennen gelernt. Die Kunst des Bierbrau
ist wahrscheinlich schon in der Steinzeit erfunden und dur
Völkerwanderungen weit verbreitet worden.



VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

SECHZEHNTER BAND.

1902—1903.

KARLSRUHE.
DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.
1903.
Printed in Germany

VERHANDLUNGEN

DES

NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS

IN

KARLSRUHE.

SECHZEHNTER BAND.

1902—1903.

KARLSRUHE.

DRUCK DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI.

1903.

INHALT.

Sitzungsberichte.

Abhandlungen.

Jahresbericht.

Im Berichtsjahre 1902/03 haben 16 Sitzungen stattgefunden; sie sind, wenn man von zweien absieht, bei welcher so zahlreich Gäste anwesend waren, dass eine Zählung nicht möglich war, von 561 Mitgliedern, im Mittel also 40, besucht worden. Dabei sind 18 Vorträge gehalten worden, von denen sieben auf allgemeine und angewandte Chemie, je zwei auf Botanik, Zoologie und Anthropologie, je einer auf Bakteriologie, Geschichte, Forstwissenschaft, Geologie und Schulwesen entfallen. Das Versammlungslokal war das gleiche, wie seit langen Jahren, in der kälteren Jahreszeit der „kleine Saal", in der wärmeren der Wirtschaftssaal des Gartengebäudes der Gesellschaft Museum. Vier Vorträge sind in Hörsälen der Technischen Hochschule gehalten worden.

Rechnungsführung.

A. Kassenstand im Berichtsjahre 1902—1903.

Einnahmen.

1. Kassenrest vom Vorjahre . . .	M.	2 577,22	
2. Beiträge von 202 Mitgliedern zu je 5 M.	„	1 010,00	
3. Rückständige Beiträge vom Vorjahre	„	10,00	
4. Zinsen aus Wertpapieren	„	1 136,35	
5. Konto-Korrentzinsen	„	21,30	
6. Verkauf von Drucksachen . . .	„	15,00	
			M. 4 769,87

Übertrag: Einnahme.		M. 4 769,87

Ausgaben.

1. Bureaukosten, Dienerschaft, Porto .	M. 394,76	
2. Steuern	„ 26,74	
3. Lokalmiete	„ 114,00	
4. Drucksachen	„ 1 080,44	
5. Gekaufte Wertpapiere	„ 1 510,90	
		„ 3 126,84
Kassenrest am 15. Mai 1903		M. 1 643,03

B. Vermögensstand.

Wertpapiere	M. 33 742,86
Kassenrest	„ 1 643,03
	M. 35 382,99
Vermögensstand im Vorjahre	„ 34 820,08
somit Vermehrung	M. 565,81

Büchersammlung.

Der Verein steht zurzeit mit 170 Akademien, Behörden und wissenschaftlichen Vereinen im Austausch; nicht mitgezählt sind dabei diejenigen, welche seit einigen Jahren keine Veröffentlichung mehr eingesendet haben. Im Berichtsjahr hat der Verein acht neue Tauschverbindungen eingegangen, nämlich mit:

Lloyd Library in Cincinatti.
State University in Columbus (Ohio).
Kais. Gouvernement in Dar-es-Salâm.
Ornithologisch-oologischer Verein in Hamburg.
University in Laurence (Kansas).
Instituto Geológico in Mexico.
University of Montana in Missoula.
Faculté des sciences de l'Université Rennes.

Dem Verein sind während des Berichtsjahres die nachstehenden Druckschriften zugegangen:

A. Von Behörden, Instituten und Vereinen.

Basel. Naturforschende Gesellschaft. Verhandlungen. 15. Band, 1. Heft; 16 Band. Basel 1902.

Bergen. Museum. An account of crustacea of Norway. Vol. 4; Parts 7—14. — Aarbog 1902. 1. u. 2. Heft.

Berlin. Botanischer Verein f. d. Provinz Brandenburg. Verhandlungen 43. Jahrgang 1901. Berlin 1903; 44. Jahrgang 1902. Berlin 1903.

— Deutsche geologische Gesellschaft. Kohen. Die deutsche geologische Gesellschaft in den Jahren 1848—1898 mit einem Lebensabriss von Ernst Beyrich. Berlin 1901. — Zeitschrift. 53. Band, 4. Heft; 54. Band 1. u. 2. Heft.

Bern. Naturforschende Gesellschaft. Mitteilungen aus den Jahren 1901. Nr. 1500—1518. Bern 1902.

Bonn. Naturhistorischer Verein. Verhandlungen. 58. Jahrgang, 1. u. 2. Hälfte. 59. Jahrgang 1902, 1. Hälfte.

— Niederrheinische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. Sitzungsberichte 1901, 1. u. 2. Heft. 1902, 1. Hälfte.

Boston. American Academy of Arts and Sciences. Proceedings. Vol. 37, Nr. 15—23.

Bremen. Naturwissenschaftlicher Verein. Verhandlungen. 17. Band, 1. Heft. Bremen 1903.

Breslau. Schlesische Gesellschaft für vaterländische Kultur. 29. Band 1901. Breslau 1902.

Brünn. Naturforschender Verein. Verhandlungen. 40. Band 1901. Brünn 1902. — 20. Bericht der meteorologischen Kommission im Jahre 1900. Brünn 1902.

Bruxelles. Academie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts. Bulletin de la classe sciences 1901; 1902 Nr. 1 bis 4, 6—11, 12; 1903 Nr. 1—4. — Annuaire. 1902, 68ᵉ année Bruxelles 1902; 1903, 69ᵉ année. Br. 1903.

— Société Éntomologique de Belgique. Annales Tome 46; Mémoires IX. Bruxelles 1902.

Chapel Hill. Elisha Mitchell Society. Journal. Vol. 8, Parts 1 u. 2.

Cherbourg. Société nationale des sciences naturelles et mathématiques. Mémoires. Tome 32. Paris 1900—1902.

Chur. Naturforschende Gesellschaft. Jahresbericht. 45. Band 1901/02. Chur 1902.

Córdoba. Academia nacional de ciencias. Boletin. Tomo VII, entrega 1ª. Buenos Aires 1902.

Dar-es-Salâm. Kais. Gouvernement. Berichte über Forst- und Landwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. 1. Band, 1.—5. Heft. Heidelberg 1902 u. 1903.

Davenport. Academy of natural sciences. Proceedings. Vol. 8, 1899—1900.

Danzig. Naturforschende Gesellschaft. Schriften. 10. Band. 4. Heft. Danzig 1902.

Dresden. Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Jahrg. 1901, Juli—Dezember. Jahrg. 1902, Jan.—Dez.

— Genossenschaft Flora. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1900—1901. Dresden 1902.

Dürkheim. Pollichia. Mitteilungen. Nr. 15—17. Dürkheim 1902.

Elberfeld. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht. 10. Heft. Elberfeld 1903.

Emden. Naturforschende Gesellschaft. 46. Jahresbericht für das Jahr 1900/01. Emden 1902.

Erlangen. Physiologisch-medizinische Societät. Sitzungsberichte. 33. Heft, 1901. Erlangen 1902.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein. Jahresbericht für das Rechnungsjahr 1900—1901. Frankfurt a. M. 1902.

— Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft. Bericht 1902.

Frankfurt a. O. Naturw. Verein. Helios. 19. Band. Berlin 1902.

Giessen. Oberhessische Gesellschaft für Natur- und Heilkunde. 33. Bericht. Giessen 1899—1902.

Graz. Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark. Mitteilungen. Jahrg. 1901. Graz 1902.

Halifax. Nova Scotian Institute of Natural Science. Proceedings and Transactions. Vol. 10. Part. 3.

Halle. Verein für Erdkunde. Mitteilungen 1902. Halle 1902.

— Kais. Leop.-Karol. Deutsche Akademie der Naturforscher. Leopoldina. Heft 38. Nr. 4, 6, 7. Heft 39. Nr. 1.

Hamburg. Ornithologisch-oologischer Verein. 1. Bericht, 1897—1901.

— Naturwissenschaftlicher Verein. Abhandlungen aus dem Gebiete der Naturwissenschaften. 17. Band. Hamburg 1902.

Hamilton. Association. Journal and Proceedings. 1901—02. Nr. 8.

Heidelberg. Naturhistorisch-medicinischer Verein. Verhandlungen. 7. Band. 1. u. 2. Heft. Heidelberg 1902.

Heidelberg-Königstuhl. Gr. Astrophysikalisches Observatorium. Publicationen. 1. Band. Karlsruhe 1902.

Lausanne. Société Vaudoise des Sciences Naturelles. Bulletin des séances. Vol. 37. Nr. 142, 143; Vol. 38. Nr. 144, 145. — Observations faites à la station météorologique du Champ-de-l'air. 15e année. 1901. Lausanne 1902.

Leipa. Nordböhmischer Excursionsclub. Mitteilungen. 24. Jahrg., 2.—4. Heft; 25. Jahrg. 1.—4. Heft; 26. Jahrg. 1. Heft.

Leipzig. Naturforschende Gesellschaft. Sitzungsberichte. 1. Jahrgang 1874; 17. u. 18. Jahrg. 1891/92; 19.—21. Jahrg. 1892/94; 22. u. 23. Jahrg. 1895/96; 24. u. 25. Jahrg. 1897/98.

Magdeburg. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht und Abhandlungen. 1900—1902. Magdeburg 1902.

Marburg. Gesellschaft zur Förderung der gesamten Naturwissenschaften. Sitzungsberichte. Jahrgang 1901. Marburg 1902.

Marseille. Faculté des sciences. Annales. Tome XII. Paris 1902.

Mexico. Instituto Geologico. Boletin. Nr. 14. 16.

— Observatorio Magnetico-Astronómico. Informe sobre los trabajos del establecimento desde Julio de 1899 hasta Diciembre de 1901. Mexico 1902.

— Oservatorio Astronómico de Tacubaya. Anuario 1903. Mexico 1902.

Milwaukee. Public Museum. 19. and 20. Annual Reports September 1st. 1900, to Aug. 31st. 1902.

— Wisconsin Natural History Society. Bulletin. Vol. 2, Nr. 2—4.

Missoula. University of Montana. Bull. Nr. 3: Silloway. Summerbirds of Flathead Lake. 1901.

Montevideo. Museo Nacional. Anales. Torno IV, primera parte. Montevideo 1902.

München. K. Akademie der Wissenschaften. Mathem. u. phys. Klasse. Sitzungsberichte. 1902. Heft 1—3.

— Ornithologischer Verein. 2. Jahresbericht für 1899 u. 1900. München 1901.

Nancy. Société des sciences. Bulletin. Tome I, Fasc. 6; Tome II, Fasc. 1—3; Tome III, Fasc. 1.

New-York. American Museum of Natural History. Bulletin Vol. XI, Part IV; Vol. XV, Part I; Vol. XVII, Part : (The Huntington California Expedition Basketry designs o the Indians of Northern California); Vol. XVII, Part II (The Huntington Calif. Exped. II Maidu Myths,); Vol. XVIII Part 1. (The Mrs. Morris K. Jesup Expedition. The Arapaho.)

Nürnberg. Naturhistorische Gesellschaft. Jahresbericht fü 1900. Nürnberg 1901. Abhandlungen 14. Band, mit Jahresb 1901. Nürnberg 1902.

Ottawa. Geological Survey of Canada. Geological Map o Canada. Western sheet. Nr. 783.

Philadelphia. Academy of Natural Sciences. Proceedings Vol. 53, Part III; Vol. 54, Part I, II.

Pisa. Società Toscana di Scienze Naturali. Atti. Memorie Vol. 18 Pisa 1902. — Atti. Vol. XIII. Adunanza del 4. maggio 6. luglio, 21. diciembre 1902, 18. gennaio, 8. marzo 1903

Prag. Deutscher naturwissenschaftlich-medizinischer Verein Lotos Sitzungsberichte. Jahrg. 1901. 21. Band. Prag 1901.

— K. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften. Mathem.-naturw Klasse. Sitzungsberichte 1902. Prag 1903. — Jahresbericht f. d. Jahr 1902. Prag 1903. — Doppler. Über das farbige Licht der Doppelsterne und einiger anderer Gestirne des Himmels. Zur Feier seines 100. Geburtstages neu herausgegeben von Studnička. Prag 1903.

Rio de Janeiro. Museu Nacional. Archivos. Vol. 10. Rio de Janeiro 1899; Vol. 11. R. d. J. 1901.

Roma. R. Accademia dei Lincei. Classe di science fisiche, matematiche e naturali. Atti. Vol. II, Fasc. 8—12 1. semestre; Vol. II, Fasc. 1—12. 2. sem.; Vol. 12, Fasc. 1—5, 7 u. 8. 1. sem. — Rendiconto dell' adunanza solenne del 1 giugno 1902.

— R. Comitato Geologico d'Italia. Bollettino. Anno 1901, Nr. 4; Anno 1902. Nr. 1—3.

St. Gallen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft. Bericht über die Tätigkeit während der Jahre 1888/89, 1889/90, 1890/91. 1891/92, 1892/93, 1893/94, 1897/98, 1899/1900, 1900/01.

Sion. Société Murithienne. Bulletin, Fasc. 31. Année 1902. Sion 1902.

Stockholm. Entomologiska Föreningen. Entomologiska Tidskrift 1902. 1—4. Stockholm 1902.

Stuttgart. Verein für vaterländische Naturkunde. Jahreshefte. 50. Jahrgang. Stuttgart 1894; 58. Jahrg. St. 1902; — Beilage zum 58. Jahrg.: Verzeichnis der mineralogischen, geologischen, urgeschichtlichen und hydrologischen Literatur von Württemberg, Hohenzollern und den angrenzenden Gebieten. I. Die Literatur von 1901 nebst Nachträgen und Zusätzen zu Ecks Literaturverzeichnis. Stuttgart 1902.

— Württ. Kommission für Landesgeschichte. Württ. Vierteljahrshefte für Landesgeschichte. 11. Jahrg. 1902. Heft 1—4. Stuttgart 1902.

Sydney. Australian Museum. Records. Vol. 4, Nr. 6—7. Sydney 1902. — Report of Trustees for the year 1901.

— R. Society of New South Wales. Journal and Proceedings for 1901. Vol. 35. Sydney 1901.

Tiflis. Physikal. Observatorium. Meteorol. Beobachtungen im Jahre 1898. Tiflis 1901.

Tokio. Zoological Society. Annotationes zoologicae japonenses. Vol. IV, Part III u. IV. Tokio 1902.

Upsala. Geological Institution of University. Bulletin. Vol. V, Part. 2, 1901. Nr. 10.

Washington. American Academy of Sciences. Memoirs. Vol. VIII.

— Smithsonian Institution. Annual Report for the year ending June 30. 1901. Washington 1902.

— U.S. Department of Agriculture, Division of Biological Survey. Yearbook 1901. Wash. 1902. — North American Fauna. Nr. 22.

Wien. Akademie der Wissenschaften. Anzeiger. 1902, Nr. 10 bis 27; 1903, Nr. 1—9.

— K. K. Geologische Reichsanstalt. Verhandlungen: 1902 Nr. 5 bis 18; 1903 Nr. 1—4. — Jahrbuch: Jahrgang 1901, 51. Band, 3. u. 4. Heft. Wien 1902; Jahrgang 1902. 52. Band. 1. Heft. Wien 1902.

— K. K. Naturhistorisches Hofmuseum. Annalen Band 16, Nr. 3—4. Wien 1901; Band 17. Nr. 1—4. Wien 1902.

Wiesbaden. Nassauischer Verein für Naturkunde. Jahrbücher. Jahrgang 55. Wiesbaden 1902.

Zürich. Naturforschende Gesellschaft. Vierteljahrsschrift. 47. Jahrgang 1902. 1. u. 2. Heft. Zürich 1902.

Zwickau. Verein für Naturkunde. Jahresbericht 1900 u. 1901. Zwickau 1902.

B. Vom Verfasser.

Janet, M. Charles. Notes sur les travaux scientifiques présentés à l'Académie des Sciences au concours de 1896 pour le prix Thore. Lille.

— Etude sur les fourmis, les guêpes et les abeilles. (15e note). Paris 1897.

— L'esthétique dans les sciences de la nature. Paris 1890.

— Les habitations à bon marché dans les villes de moyenne importance. Bruxelles 1897.

— Sur l'emploie de Désinences, caractéristiques dans les dénominations de groupes établis pour les classifications zoologiques. Beauvais 1898.

— Recherches sur l'anatomie de la fourmi et essai sur la constitution morphologique de la tête de la insecte. Paris 1900.

— Notes sur les fourmis et les guêpes.

Vorstand.

Der Vorstand hat im Berichtsjahre aus den Herren

1. Geheimerat Prof. Dr. Engler, als Vorsitzenden,
2. Geh. Hofrat Prof. Dr. Lehmann, als Stellvertreter des Vorsitzenden,
3. Prof. Dr. Futterer, als Schriftführer,
4. O. Bartning, als Kassier,
5. Geheimerat Dr. Battlehner,
6. Geheimerat Oberbaudirektor Honsell,
7. Direktor P. Treutlein

bestanden.

Die Geschäfte des Schriftführers hat Herr Geh. Hofrat Meidinger anstelle des wegen Krankheit beurlaubten Herrn Prof. Futterer, jene des Redakteurs der Vereinsverhandlungen und des Bibliothekars hat Prof. Dr. Schultheiss besorgt.

In der Mitgliederhauptversammlung vom 15. Mai 1903 ist der gesamte Vorstand wieder gewählt worden.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Neu eingetreten sind die Herren: Augenarzt Dr. Alberti, Apotheker Albicker, Assistent Dr. Arnold, Assistent Auerbach, Oberkriegsgerichtsrat G. Becker, Assistent Buri, Handelslehrer Fink, prakt. Arzt Dr. Genter, Prof. Dr. Haussner, Assistent Dr. Jahn, Chemiker Dr. Just, Reallehrer Knauer, Wirk. Geh. Kriegsrat Kund, Ökonomierat Magenau, Zinkograph Mayer, Dr. K. Paravicini, Oberschulrat Rebmann, Verbandssekretär Riehm, Geh. Hofrat Dr. Schenck, Forstpraktikant Stoll, Generalmajor z. D. v. Wallenberg.

Der Verein hat den Tod dreier Mitglieder zu beklagen. Am 23. Oktober 1902 starb das Ehrenmitglied Herr Staatsrat Prof. Dr. von Trautschold, der in früheren Jahren, als ihn noch nicht ein tückisches Leiden ans Zimmer fesselte, ein regelmässiger Besucher der Sitzungen war; am 16. Juni 1902 starb Herr Hofrat Prof. Dr. Schröder, der dem Verein seit dem Jahre 1876 angehörte und der mit seinem vielseitigen reichen Wissen häufig Anlass zur Anregung und zu Meinungsaustausch gegeben hat. Am 15. Juni 1902 verstarb der Assistent an der Technischen Hochschule Herr Weilandt.

Ausgetreten sind, meist infolge von Wegzug, die Herren: Professor Cramer, Assistent Dr. Eichhorn, Chemiker Dr. Glaser, Lehramtspraktikant Horn, Chemiker Jakubowski, Oberamtmann Kamm, Kaufmann Martin, Lehramtspraktikant Reichmann, Lehrer Schröder, Prof. Seith, Apotheker Witkowski.

Der Verein hat am Schlusse des Vereinsjahres 211 Mitglieder gezählt und hat damit eine Stärke erreicht, die er seit seiner Gründung noch niemals besessen hat.

Mitglieder-Verzeichnis.

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:

Meidinger, Professor Dr., Geh. Hofrat in Karlsruhe (1901).
Moritz, Dr. A., Staatsrat in Dorpat (1864).
Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerat in Karlsruhe, Excellenz (1899).

b. Korrespondierendes Mitglied.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

*c. Mitglieder.**

Alberti, Dr., Augenarzt (1902).
Albicker, Karl, Apotheker (1902).
Allers, H., Zahntechniker (1899).
Ammon, Otto, Schriftsteller (1883).
Arnold, Dr. Em., Assistent für Chemie an der Technischen Hochschule (1903).
Arnold, Eng., Hofrat, Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
Auerbach, Dr., Assistent für Zoologie am Grossh. Naturalienkabinet (1903).
Babo, Freiherr von, Baurat (1902).
Bartning, O., Rentner (1882).
Battlehner, Dr. F., Geheimerat (1866).
Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).
Bauer, Dr. Ludwig, Professor am Realgymnasium (1902).
Becker, Gustav, Oberkriegsgerichtsrat (1902).
Beeg, H., Fabrikdirektor in Durlach (1902).
Behm, O., Mechaniker (1889).
Behrens, Prof. Dr. J., Vorstand der landw. Versuchsanstalt in Augustenberg bei Grötzingen (1902).
Benckiser, Dr. A., Hofrat, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Oberamtsrichter (1899).
Benoit, G., Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1902).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Blankenhorn, Prof. Dr. A. (1869).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten das Jahr der Aufnahme.

Böhm, Dr. F., Ministerialrat (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrat, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrat (1895).
Brode, Dr. J., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).
Buch, H., Ministerialrat (1899).
Bürgin, J., Obergeometer an der Technischen Hochschule (1894).
Buri, Theod., Assistent am mineralog. Institut der Technischen Hochschule (1903).
Buhl, Dr. H., Fabrikant in Ettlingen (1899).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrat, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Carl, Dr., Schlachthaustierarzt (1901).
Cathiau, Dr. Th., Rektor der Gewerbeschule (1876).
Clauss, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. (1886).
Dieckhoff, Dr. E., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dittrich, Dr. Th., Privatier (1897).
Doederlein, G., Dr. Ing., Oberingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurat und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Edelsheim, W., Freiherr von, Obersthofmeister, Exzellenz (1867).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker (1897).
Eitner, Dr. P., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1901).
Engler, Dr. K., Geheimerat, Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1876).
Eppenich, E., Civilingenieur (1902).
Fink, Handelslehrer (1903).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).
Fischer, Otto, Hoflieferant (1900).

Föhlisch, Dr. E., Fabrikinspektor (1900).
Frankenstein, Dr. W., Assistent an der Technischen Hochschule (1901).
Futterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie an der Technischen Hochschule (1895).
Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
Genter, Dr., prakt. Arzt (1902).
Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
Glockner, B., Geheimerat, Direktor der Steuerdirektion (1878).
Goedecker, E., Ingenieur (1899).
Goffin, L., Direktor der Maschinenbaugesellschaft (1879).
Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps (1897).
Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
Gutsch, Dr. L., Medizinalrat, Spezialarzt für Chirurgie (1895).
Haass, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der chemisch-technischen Versuchsanstalt (1875).
Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Hafner, Fr., Regierungsrat (1886).
Haid, Dr. M., Geh. Hofrat, Professor der Geodäsie an der Technischen Hochschule (1882).
Hart, J., Geheimerat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1870).
Hassenkamp, K., Rentner (1875).
Hauser, Dr. W., Obermedizinalrat (1898).
Haussner, Dr. Rob., Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule (1902).
Hausrath, Dr. H., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1897).
Heinsheimer, Dr. F., prakt. Arzt (1902).
Heintze, Dr., Ministerialrat (1900).
Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
Henning, Th., Kommerzienrat (1896).
Hess, Geh. Oberpostrat und Oberpostdirektor a. D. (1901).
Hildebrandt, M., Geh. Oberfinanzrat (1881).
Hilger, Dr. K., (1892).

Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt (1898).
Honsell, M., Geheimerat, Direktor des Wasser- und Strassenbaues, Professor des Wasserbaues an der Techn. Hochschule (1894).
Hübler, A., Professor am Realgymnasium (1895).
Jacob, H., Oberamtmann in Triberg (1901).
Jahn, Dr., Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule (1903).
Jahraus, W., Buchhändler (1899).
Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
Jschler, O., Professor an der Realschule (1900).
Just, Dr., Chemiker (1903).
Kaiser, Dr. F., Medizinalrat (1889).
Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).
Kaufmann, Dr. A., Chemiker (1902).
Keller, K., Geh. Hofrat, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
Klein, L., Assistent an der chemisch-technischen Prüfungs- und Versuchsanstalt (1897).
Knauer, Leonh., Reallehrer (1902).
Kneucker, A., Hauptlehrer (1902).
Knittel, Dr. A., Buchdruckereibesitzer (1902).
Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
Kohlhepp, Fr., Bezirkstierarzt (1886).
Kölmel, Prof. Dr., in Baden.
Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
Kressmann, A. Th., Major a. D. (1875).
Kronstein, Dr. A., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1896).
Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
Kund, Th., Wirkl. Geh. Kriegsrat (1903).
Künkel, K., Reallehrer in Ettlingen (1902).
Küster, E., Generalleutnant z. D., Exzellenz (1895).

Kux, Dr. H., Chemiker (1899).

Lang, Dr. A., Professor am Realgymnasium (1897)

Le Blanc, Dr. M., Professor der physikalischen Chemie und Elektrochemie an der Technischen Hochschule (1901).

Lehmann, Dr. O., Geh. Hofrat, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).

Lembke, Dr. E., prakt. Arzt (1894).

Leutz, F., Hofrat, Seminardirektor (1872).

Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1895).

Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).

Lorenz, W., Kommerzienrat (1879).

Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).

Magenau, Ökonomierat in Augustenberg bei Grötzingen (1903).

Maier, E., Geh. Hofrat, Augenarzt (1871).

Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).

Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).

May, Dr. W., Privatdozent für Zoologie uud Assistent an der Technischen Hochschule (1899).

Mayer, Rud., Zinkograph (1893).

Meess, Ad., Stadtrat (1899).

Meidinger, Dr. H., Geh. Hofrat, Vorstand der Grossh. Landesgewerbehalle und Professor der technischen Physik an der Technischen Hochschule (1865). (Ehrenmitglied 1901.)

Migula, Dr. W., a. o. Professor der Botanik und naturwissenschaftlichen Hygiene an der Technischen Hochschule (1891).

Millas, K. de, Ingenieur (1893).

Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).

Müller, Dr. Eberh., Chemiker (1900).

Müller, Dr. L., Medizinalrat (1896).

Müller, Dr. U., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1893).

Muth, Dr., Privatdozent der Botanik an der Technischen Hochschule; Augustenberg bei Grötzingen (1902).

Näher, R., Baurat (1893).

Neumann, Dr. M., prakt. Arzt (1901).

Netz, F., prakt. Arzt (1893).

Nüsslein, Dr. J., Assistenzarzt (1900).

Nüsslin, Dr. O., Hofrat, Professor der Zoologie an der Technischen Hochschule (1878).
Oechelhäuser, Dr. A. von, Hofrat, Professor der Kunstgeschichte an der Technischen Hochschule (1898).
Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
Paravicini, Dr. R., Hilfsarbeiter im Ministerium des Innern (1903).
Pfeil, Dr., Assistent am chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule (1901).
Platz, H., Fabrikdirektor (1902).
Reck, K. von, Freiherr, Geheimerat und Kammerherr (1869).
Rebmann, E., Oberschulrat (1902).
Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1900).
Reichard, Fr., Stadtbaurat, Direktor der städtischen Gas- und Wasserwerke (1892).
Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).
Riehm, Verbandssekretär (1903).
Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, a. o. Professor für Hygiene an der Technischen Hochschule (1876).
Risse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
Röder von Diersburg, Oberst z. D. und Kammerherr (1901).
Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Grossh. Lebensmittelprüfungsstation (1899).
Sachs, W., Geh. Oberfinanzrat (1885).
Schaaff, E., Privatier (1899).
Schellenberg, R., Finanzrat (1899)
Schenck, Jul., Geh. Hofrat (1902).
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1896).
Schultheiss, Professor Dr., Grossh. Meteorologe (1886).

Schur, Dr. F., Professor der Geometrie an der Technischen Hochschule (1901).
Schwarzmann, Dr. M., Privatdozent für Mineralogie an der Technischen Hochschule und Assistent am Naturalienkabinet (1901).
Schweickert, M., Oberlehrer a. D. (1873).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrat, Professor der Forstwissenschaft an der Technischen Hochschule (1895).
Sieveking, Dr. H., Assistent an der Technischen Hochschule (1902).
Sievert, E., Major a. D. (1884).
Sprenger, A. E., Geh. Oberregierungsrat (1878).
Spuler, Dr. A., a. o. Professor der Anatomie in Erlangen (1897).
Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stoll, Herm., Forstpraktikant, Assistent an der Technischen Hochschule (1902).
Struve, O. von, Russ. Wirkl. Geheimerat, Exzellenz (1895). (Ehrenmitglied 1899.)
Suck, O., Hofphotograph (1897).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1899).
Tein, Dr. M. von, k. bayer. Bauamtmann (1888).
Treutlein, P., Direktor des Realgymnasiums (1875).
Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).
Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1897).
Wagner, Dr. E., Geheimerat, Konservator der Altertümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist in Ettlingen (1899).
Wallenberg, A. von, Generalmajor z. D. (1903).
Wedekind, Dr. L., Hofrat, Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).

Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Wiegers, Dr. F., k. preuss. Geologe, Berlin.
Williard, A., **Baurat** a. D. (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Wittmer, K., **Forstrat** (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Privatdozent und Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, Dr. V., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Maschineninspektor (1899).

Für die Redaktion verantwortlich:
Prof. Dr. Schultheiss.



Sitzungsberichte.

---

581. Sitzung am 6. Juni 1902.

Fortsetzung der Mitglieder-Hauptversammlung vom 16. Mai 1902.

Vorsitzender Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 27 Mitglieder.

Herr Direktor Treutlein gab für den Kassier, der am Erscheinen verhindert war, den üblichen Kassenbericht mit dem Bemerken, dass er die Rechnungen geprüft und richtig gefunden habe. Der Kassier wurde darnach entlastet.

Herr Professor Rupp hielt hierauf einen Vortrag „Über diätetische Nahrungsmittel". Einleitend besprach der Vortragende die Zusammensetzung unserer Nahrungsmittel aus den einzelnen Nährstoffen des Tier- und Pflanzenreiches, wie Wasser, Eiweisstoffe, Fett, Kohlehydrate und Mineralstoffe, sowie die Bedeutung derselben für die Ernährung.

Die wichtigste Rolle unter diesen fünf Gruppen spielen zweifellos die Eiweiss- oder Proteïnstoffe und nach dem Gehalt eines Nahrungsmittels an Eiweisstoffen wird in der Regel der Nährwert desselben bemessen.

Durch die Umsetzung der Eiweisstoffe im menschlichen Organismus ist die Lebenstätigkeit bedingt und wird Wärme erzeugt, indem dieselben zu Kohlensäure, Sauerstoff und Wasser verbrannt werden. Die Hauptenergiequelle für den Organismus bildet somit das Eiweiss, es steigert die körperliche Leistungsfähigkeit und vermehrt die Muskelkraft. Die Eiweisstoffe sind auch die wichtigsten Bestandteile des tierischen und pflanzlichen Organismus. Das Blut, sowie alle tierischen Gewebe und Organe, Muskel, Herz, Leber, Lunge u. s. w., sind vorwiegend aus diesen Eiweissverbindungen zusammengesetzt.

Ihrer Elementarzusammensetzung nach bestehen die Eiweissstoffe aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff, mehrere enthalten ausserdem noch Schwefel, einige Phosphor.

In bezug auf ihre chemischen Eigenschaften teilt man die Eiweisstoffe ein in:

I. Wasserlösliche Albumine:

1. Eigentliche Eier-, Blut-, Milch- und Pflanzenalbumine: Albumin.

2. Caseïne: Milch-, Pflanzencaseïn.

3. Fibrine: Blut-, Muskel- und Pflanzenfibrin.

II. Globuline, die in Wasser unlöslich, in verdünnter Kochsalzlösung aber löslich sind.

III. Proteïde: Schleimstoffe, Verbindungen von Kohlehydraten mit Eiweisstoffen.

Es wurden nun die Eigenschaften der Eiweisstoffe in bezug auf ihre Löslichkeit in Säuren und Alkalien, das Koagulieren des Eiweisses beim Erwärmen u. s. w. besprochen.

Im zweiten Teil des Vortrages wurde die Entnahme des Eiweissbedarfs bei der richtigen Ernährung aus dem Tier- und Pflanzenreich besprochen, der für den gesunden Menschen 118 bis 150 Gramm pro Tag beträgt.

Wir entnehmen die Eiweisstoffe teils aus dem Fleisch unserer Schlachttiere, des Wildes und des Geflügels mit 15 bis 23 Prozent Eiweisstoffen; der Fische, die zu den eiweissreichsten Nahrungsmitteln gehören, und bis zu 82 Prozent Eiweiss enthalten (Stockfische), ferner aus Milch und Käse, letzterer mit 26 bis 34 Prozent Eiweisstoffen. Aus dem Pflanzenreich sind es in erster Linie die Hülsenfrüchte, Bohnen, Erbsen und Linsen, mit 23 bis 27 Prozent und die Mehlarten mit 8 bis 11 Prozent Eiweisstoffen.

Seit längerer Zeit ist man bestrebt, für die bessere Ernährung des Menschen neue billige Eiweissquellen zu erschliessen, doch ist die Industrie von der Lösung dieses Problems noch weit entfernt. Der springende Punkt ist hier, wie bei allen Nahrungsmitteln. die Verdaulichkeit und die Verwertung und Ausnutzung des Verdauten im Organismus und nicht minder der Kostenpunkt.

Redner erläutert durch eine tabellarische Gegenüberstellung des Nähr- und Geldwerts des in letzter Zeit unter grosser Reklame im Handel befindlichen Tropons und verschiedener Fleischarten, der Fische, der Hülsenfrüchte, Käse u. s. w., dass man in

den alten Nahrungsmitteln das Eiweiss ebenso billig und zum Teil noch billiger erhalten kann als im Tropon und derartigen Nährpräparaten.

Nun will man aber mit den Nährpräparaten die Nahrungsmittel nicht ersetzen, man geht vielmehr darauf aus, Nährmittel herzustellen, die einen möglichst hohen Gehalt an verdaulichem Eiweiss enthalten, um namentlich bei krankhaften Zuständen des Organismus und bei Rekonvaleszenten durch Darreichung geringer Mengen von Nahrung eine bessere Ernährung durch erhöhte Eiweisszufuhr zu ermöglichen. In dieser Richtung ist es der Nahrungsmittelindustrie in letzter Zeit gelungen, eine Reihe von guten Nährpräparaten in konzentrierter Form zu schaffen, was für Kranke, die wenig zu sich nehmen können, von grösster Wichtigkeit ist. So z. B. das Aleuronatbrod (mit 35 Proz. Eiweisstoff) für Diabetiker, welche Kohlenhydrate in ihrem Körper nicht zu zersetzen vermögen, sondern sie als Glukose im Harn abscheiden.

Die Herstellung dieser diätetischen Nahrungsmittel geschieht im allgemeinen in der Weise, dass man Fleisch, Fischen, Eiern, Milch und eiweisshaltigen Pflanzenstoffen (Weizenmehl, Reis u. s. w.) durch Behandlung mit verdünnten Ätzalkalien die Eiweisstoffe entzieht, die erhaltenen Lösungen durch Ausschütteln mit Äther von Fett befreit und aus diesen wässerigen alkalischen Lösungen mittels verdünnter Säuren die Eiweisstoffe abscheidet. Durch Auswaschen, Trocknen und Pulverisieren der Abscheidungen erhält man reines animalisches oder vegetabilisches Eiweiss.

Der Vortragende schilderte nun die Eigenschaften und die Zusammensetzung einer grossen Reihe von Nährpräparaten, wie sie jetzt im Verkehr sind, in eingehender Weise. So die Nährpräparate, die 1. aus Fleisch, Blut und Hühnereiweiss hergestellt werden, als Samatose, Soson, Roborin, Sicco, Hämatogen, Fleischsaft (Beaf tea), Puro, Albumose-Fleischextrakt und Fleischpeptone; 2. aus Milcheiweiss (Caseïn) bestehende Nährmittel als Plasmon, Eulactol, Nutrose, Sanatogen, Sanose, Nährstoff Heyden; 3. Pflanzeneiweisspräparate: Aleuronat, Roborat, Energin, Mutase, Tropon (Mischung von Fleisch- und Pflanzeneiweiss), sowie die präparierten Mehle, Haferkakao.

Schliesslich wurden noch die sogenannten „Anregungsmittel“, wie die verschiedenen Fleischextrakte, Bowril, Toril, die Maggischen Suppenwürzen, sowie die in neuerer Zeit aus Hefe her-

gestellten fleischextraktähnlichen Präparate, „Ovos und Siris' besprochen.

Daran anschliessend beantwortete der Vortragende noch die aus der Versammlung gestellten Anfragen bezüglich des neuen Reichsgesetzes, das Verbot der Verwendung von „Konservierungsmitteln" betreffend, wie Borsäure, schwefligsaure Salze u. s. w und betonte, dass die Benützung dieser Chemikalien bei der Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln im Interesse der menschlichen Gesundheit mit vollem Recht verboten worden sei insbesondere da Mittel und Wege vorhanden sind, unsere Nahrungsmittel ohne gesundheitsschädliche Chemikalien zu konservieren

Daran knüpfte sich noch eine kurze Besprechung über die vorzügliche Wirkung des Genusses von Rohr- oder Rübenzucker auf die Leistungsfähigkeit des Organismus bei körperlichen Anstrengungen

An den Vortrag knüpfte sich eine lebhafte Besprechung, an der sich die Herren Ammon, Bauer, Carl, Engler, Rehbock Schröder und Wöhler beteiligten.

Herr Direktor Treutlein machte zum Schluss auf drei merkwürdige Menschenbildungen aufmerksam, die zurzeit in Karlsruhe zu sehen seien — ein im ganzen Gesicht vollständig behaarter Erwachsener, und ein kaum tischhohes Paar von sonst ganz normaler Bildung.

582. Sitzung vom 20. Juni 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 20 Mitglieder.

Der Vorsitzende widmete dem kurz vorher verstorbenen langjährigen Mitglied Hofrat Schröder einen warm empfundenen Nachruf, wobei er dessen Verdienste um die Wissenschaft und um den Verein, dem seine vielseitigen Kenntnisse viele dankenswerte Anregungen gegeben haben, hervorhob.

Herr Major a. D. Kressmann erbat die Mithilfe der Vereinsmitglieder bei der Ausfindigmachung einer geeigneten Lehrkraft für die beschreibenden Naturwissenschaften, welche für die von ihm mitbegründete deutsche Nationalschule benötigt sei.

Herr Privatdozent Dr. May hielt hierauf einen Vortrag über Jean Lamarck, der unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht ist.

An der sich hieran knüpfenden Besprechung beteiligten sich ausser dem Vortragenden die Herren Beeg, Engler und Kressmann.

583. Sitzung vom 4. Juli 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 35 Mitglieder. Neuangemeldete Mitglieder die Herren: Apotheker Albicker, prakt. Arzt Dr. Genter, Reallehrer Knauer.

Herr Hauptlehrer Kneucker berichtete über eine botanische Studienreise, die er im Frühjahr mit Herrn Dr. Genter durch die Sinaihalbinsel ausgeführt hatte. In anziehender Weise schilderte der Vortragende seine Reise zuerst zu Schiff durch das Rote Meer nach Tor, von da in Begleitung von Beduinen in mehrtägigem Marsch auf Kameelen durch die Wüste an das Sinaigebirge und durch dessen felsige Schluchten bis zum Sinaikloster St. Katharine, in dessen Nähe für einige Tage Halt gemacht wurde, um den Djebel Musa, die Katharinenspitze (2602 m hoch) und andere Höhen zu ersteigen. Nach einer im Verhältnis zu der spärlichen Vegetation reichen botanischen Ausbeute ging es alsdann durch Felsenberge und wüstenartige Hochtäler zum Djebel Serbal, welches der eigentliche heilige Berg des alten Testaments sein soll, von da in wiederum mehrtägigem Karawanenmarsch an den alten ägyptischen Türkisengruben, woselbst ein Engländer neuerdings nach diesen Edelsteinen gräbt, vorbei nach Suez. Nach einem Abstecher nach Kairo und seine Umgebung, Gizeh, Sakarha u. s. w., wurde der Heimweg über Marseille angetreten. Der Vortrag war durch wohlgelungene, selbstaufgenommene Photographien ergänzt, insbesondere auch durch zahlreiche Pflanzen der Wüstenflora, über welche Herr Kneucker in einer wissenschaftlichen Arbeit noch eingehender berichten wird. An den mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrag schloss sich eine lebhafte Unterhaltung, auch begrüsste der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, den auf Besuch hier weilenden und in der Sitzung anwesenden Herrn Dr. Kaiser aus Kairo als den bewährten Freund und Ratgeber aller Deutschen und besonders Badener, welche zu wissenschaftlichen Zwecken Ägypten und die benachbarten Gegenden bereisen.

584. Sitzung am 18. Juli 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend: 43 Mitglieder. Neu angemeldete Mitglieder: Herr Dr. Auerbach, Assistent an der zoologischen Abteilung des Grossh. Naturalienkabinets, Herr Prof. Dr. Haussner, Professor der Mathematik und Oberbibliothekar an der Technischen Hochschule.

Herr Geheimerat Dr. Engler besprach die Frage der Darstellung künstlicher Diamanten. Da die natürlichen Dia-

manten sich durchweg in angeschwemmtem Erdreich, also nicht mehr im ursprünglichen Gestein vorfinden, wurde man erst durch das Auffinden ganz kleiner Diamanten in einem 1886 im südöstlichen Russland niedergefallenen Meteoriten (ein gleichzeitig gefallener Meteorit wurde leider von einem abergläubischen Bauern verzehrt) auf die Idee gebracht, dass diese Edelsteine aus flüssigem Eisen ausgeschiedener Kohlenstoff sein können. In der Tat hat dann bald darauf Moissau durch Auflösen von Holzkohle in sehr hocherhitztem, im elektrischen Ofen geschmolzenen Eisen nach Wiederabkühlung und Lösen des Eisens und der Beimischungen in Säure nachgewiesen, dass sich auf diesem Wege Kohle in ganz kleine, das Eisen durchsetzende Diamanten verwandeln lasse. Neuerdings haben Hoyermann sowie Guido Goldschmidt etwas grössere und namentlich auch durchsichtig und starkglänzende, immer aber doch nur sehr kleine Diamanten (0,05 mm Durchmesser) dadurch erhalten, dass sie Thermit, eine Mischung von Eisenoxyd mit Aluminium, unter Zusatz von gepulverter Kohle verschmolzen. Eine Versuchsschmelze dieser Art wurde ausgeführt. Ist man sonach auch noch weit entfernt von der Lösung der Frage der Darstellung brauchbarer grösserer Diamanten, so ist dieselbe durch die geschilderten Versuche doch wissenschaftlich gelöst und erscheint es nicht ausgeschlossen, dass auch noch die Darstellung grösserer Exemplare des vielbegehrten Edelsteins gelingen wird.

Sodann berichtete Herr Major Kressmann über die Errichtung der deutschen Nationalschule in Wertheim a. M. Der Redner konnte zu Beginn seines Vortrages die erfreuliche Mitteilung machen, dass das Finanzministerium versprochen habe, der Schule eine jährliche Unterstützung zu gewähren, sobald der Betrieb begonnen habe. Er gab sodann einen kurzen, geschichtlichen Überblick über die Verluste, welche das deutsche Volk dadurch erlitten hat, dass sowohl ganze Stämme, als einzelne Familien und Individuen, die in die Fremde gezogen waren, dort in wenigen Generationen ihr Deutschtum verloren haben, in dem fremden Volke aufgegangen sind. Demgegenüber bezeichnet er es als unsere Pflicht, unseren unter fremden Nationen wohnenden Landsleuten beizustehen, ihnen es zu erleichtern, deutsch zu bleiben. Als wichtiges Mittel sieht er die Versorgung der deutschen Niederlassungen mit geeigneten Lehrkräften an. Diese zu liefern, seien

aber unsere dermaligen Schulanstalten nicht im stande, sie legten zu viel Gewicht auf das Wissen, die Theorie, viel zu wenig auf das Können, auf die Entfaltung des Sinnes für die Wirklichkeit, für praktische Betätigung und rasche Erfassung des in jeder Lage zweckmässigsten Vorgehens. Darauf seien auch die vielen Misserfolge zurückzuführen, welche deutsche Lehrer in fremden Ländern hatten, und diesem Übelstande abzuhelfen, sei die Nationalschule in Wertheim gegründet worden. Sie soll aber auch deutschen Eltern im Auslande die Gelegenheit bieten, ihre Kinder in Deutschland erziehen zu lassen, weshalb mit ihr ein Internat für die älteren Schüler verbunden sein wird, während die jüngeren in Familien untergebracht werden sollen. Der Unterricht wird die modernen Sprachen zu grunde legen, ein grosser Teil der Zeit soll der praktischen Ausbildung in Landwirtschaft und Handwerk, und der Einführung in das wirtschaftliche Leben, der Entwicklung der körperlichen Fähigkeiten gewidmet sein. Es steht der Schule zu diesem Zwecke ein grosser Versuchsgarten zur Verfügung, Werkstätten werden eingerichtet, Beamte der verschiedenen Zweige der Staatsverwaltung haben ihre Unterstützung zugesagt. Grosse Erfolge verspricht sich der Redner von einem intensiven, dem übrigen Unterricht angepassten und mit ihm in Wechselwirkung gebrachten Zeichenunterrichte. Durch individuelle Behandlung sollen die Schüler zu Persönlichkeiten erzogen, durch Belehrung und Gewöhnung ihr Nationalbewusstsein entwickelt und gefestigt werden. Die Leitung der Anstalt hat ein württembergischer Schulmann, Dr. Kapf, übernommen, als Lehrer sind eine Reihe tüchtiger, von der Wichtigkeit und Güte des Unternehmens durchdrungener Männer gewonnen. So zweifelt der Redner nicht an dem guten Erfolge der neuen Schule und bittet um kräftige Unterstützung.

Der mit der wohltuenden Wärme eines von seiner Sache begeisterten Vorkämpfers gehaltene Vortrag rief lebhaften Beifall hervor. An der darauf folgenden Diskussion beteiligten sich die Herren: Direktor Treutlein, Direktor Müller, ein deutsch-amerikanischer Schulmann, Geheimerat Wagner und Geheimerat Dr. Engler.

585. Sitzung am 24. Oktober 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 62 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Oberschulrat Rebmann.
Lokal: der kleine Hörsaal im neuen chem. Institut der Techn. Hochschul

Der Vorsitzende widmete dem am 23. Oktober hierselbs verstorbenen Ehrenmitgliede, Kaiserl. russ. Staatsrat Professo von Trautschold, einen Nachruf. Trautschold hat sich nac Aufgabe seines Lehrstuhls in Moskau Ende der 80er Jahre i Karlsruhe niedergelassen, nahm an den Sitzungen des Verein regen Anteil und wurde von diesem in Anerkennung seiner hohe wissenschaftlichen Verdienste um die Mineralogie, Geologie un Paläontologie zu seinem Ehrenmitgliede ernannt. Zum ehrende Andenken an den Heimgegangenen erhoben sich die Anwesende von ihren Sitzen. Darauf hielt Herr Dr. Brode von der Tech nischen Hochschule einen Vortrag über die Jonentheorie, di uns lehrt, dass in der Chemie jetzt neben den Atomen noch be sondere positiv und negativ elektrisch geladene kleinste Teilchen die Jonen, angenommen werden. Alle elektrischen Leiter zweite Ordnung (erster Ordnung sind die Metalle, die sich beim Durch gang der Elektrizität nur erwärmen, nicht zersetzen), die soge nannten Elektrolyte, zu denen besonders die Salze, Säuren und Basen gehören, zerfallen in wässriger Lösung von selbst in jen Jonen, die aus einzelnen elektrisch geladenen Atomen oder Atom gruppen bestehen. Dieselben wandern beim Durchgang eines Stromes durch die Lösung an die entgegengesetzten Pole, entladen sich hier und werden in gewöhnlicher Form ausgeschieden. Nach dieser neuen, hauptsächlich von van 't-Hoff und Arrhenius begründeten, von Ostwald und Nernst vertretenen Theorie, lösen sich also die Salze, Säuren u. s. w. nicht als solche in Wasser sondern zerfallen dabei in ihre Jonen, das Kochsalz z. B. in die Jonen Chlor und Natrium, Salpeter in Kalium und Salpetersäure-radikal, Salzsäure in Wasserstoff und Chlor. Stärke von Säuren und Basen, sowie andere physikalische und chemische Eigenschaften sind durch den Grad des Zerfalls in Jonen bedingt. — Durch eine Reihe von Experimenten demonstrierte der Vortragende die Wanderung und andere Eigenschaften der Jonen. An den mit grossem Beifall aufgenommenen Vortrag schoss sich eine Diskussion, an der sich die Herren Engler, Glaser und Hübler beteiligten.

586. Sitzung am 7. November 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 41 Mitglieder.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Forstpraktikant Stoll, Assistent für Forstwesen an der Technischen Hochschule.

Herr Professor Dr. Udo Müller hielt einen Vortrag über die Beschädigung des Waldes durch Rauchgase. Nach kurzen einleitenden Bemerkungen über das mit der Entwicklung der Industrie parallel gehende Auftreten derartiger Schäden, führte er an der Hand von geeigneten Abbildungen und von Demonstrationen verschiedener rauchkranker Pflanzen zunächst die äussere Erscheinung rauchkranker Wälder vor, die sich von der völligen Unterdrückung der Vegetation auf sogenannten Rauchblössen, zu akuten rasch eintretenden Erkrankungen und schliesslich zu weniger deutlich sichtbarem chronischem Schaden mit allmählichem Übergang in den gesunden Wald abstuft. Diese Schäden charakterisieren sich teils als direkte Ätzwirkungen scharfer Mineralsäuren, teils als Störungen der Lebensfunktionen durch gasförmig aufgenommene stark verdünnte Säuren, vorzugsweise der schwefligen Säure, die bei länger dauernden Einwirkungen stets durch die chemische Analyse nachgewiesen werden können.

Als Ursache wurden erkannt nicht der Russ oder Staub, auch nicht die festen unlöslichen Bestandteile des Hüttenrauches, ebensowenig wie die festen, aber löslichen Bestandteile desselben, wenn sie in den Boden gelangen, sondern vorzugsweise nur die gasförmigen Gemengteile der Luft, vor allem schweflige Säure, Chlor und Fluor.

Als verbreitetster Schädiger aber tritt die schweflige Säure auf, die sich in den Abgasen vieler Fabriken, im Hüttenrauche und in jedem Steinkohlenrauche findet. Ihren Einwirkungen sind besonders die immergrünen Pflanzen, vorzugsweise Fichte und Tanne, ausgesetzt, während sich Laubhölzer viel widerstandsfähiger erweisen. Die Einwirkung erfolgt fast ausschliesslich nur während der Vegetationsperiode, nur bei Tag im Licht und besonders an den jüngsten Organen. Unter ihrem Einflusse tritt eine merkliche Herabsetzung der Verdunstung und der Assimilation ein, hauptsächlich wohl hervorgerufen durch Entstehung von Schwefelsäure aus der aufgenommenen schwefligen Säure und von nascentem Sauerstoff.

Die Forstwirtschaft steht diesem Schaden fast machtlos

gegenüber. Der Hauptkampf gegen den Rauchschaden muss von den raucherzeugenden Anlagen geführt werden und muss sich in zwei Richtungen bewegen, Kondensation und technische Verwertung der schädlichen Rauchbestandteile und starke Verdünnung des durch die Kamine entweichenden Restes derselben durch reichlich zugeführt Luft.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Döll, Engler, Föhlisch, Jakubowsky, Klein, Meidinger, E. Müller.

587. Sitzung am 21. November 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Engler. Anwesend 21 Mitglieder.

Im zoologlischen Hörsaal des Aulabaues der Technischen Hochschule hielt Herr Hofrat Professor Dr. Nüsslin einen Vortrag über die Biologie der Chermesarten, insbesondere über die Tannenrindenlaus (Chermes piceae), der unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht ist.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Ammon und Hausrath.

588. Sitzung am 5. Dezember 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 42 Mitglieder.

Der Vorsitzende berichtete, dass es gelungen sei, kleine Tiegel und Kölbchen aus Bergkrystall, wiewohl dieser erst bei ca. 1700 Grad schmilzt, herzustellen; ihr Vorteil besteht darin, dass sie wie Platingefässe sehr stark erhitzt werden können, ohne zu schmelzen, dass sie aber erheblich billiger als diese sind. Ihre Widerstandsfähigkeit gegen starke Temperaturschwankungen wurde dadurch gezeigt, dass ein nahezu glühend gemachter Tiegel in kaltes Wasser geworfen, nicht zersprang.

Hierauf sprach Herr Dr. med. Heinsheimer über „Das Problem der Geschlechtsbestimmung“. In der Einleitung wies der Redner auf die sogenannte Konstanz der Sexualproportion hin, auf jene seit Jahrhunderten feststehende Tatsache, dass überall auf der Erde mehr Knaben als Mädchen geboren werden, und zwar in dem durchschnittlichen Zahlenverhältnis von 106 Knaben auf 100 Mädchen. Die Statistiker haben sich mit grösstem Fleisse bemüht, alle diejenigen Faktoren ausfindig zu machen, die jene Verhält-

niszahl zu beeinflussen im stande sind, und je nach dem Ergebnisse ihrer Forschungen allerlei Theorien über die Ursachen der Geschlechtsbestimmung aufgestellt. Die Statistik ist jedoch nicht im stande, die Frage definitiv zu lösen, vielmehr bedarf es hierzu der Untersuchungsmethoden der Biologie, die sich auf das Tier- und Pflanzenreich erstrecken und der wir bereits wichtige Feststellungen verdanken. Mit grösster Wahrscheinlichkeit ist das Geschlecht bereits im befruchteten Ei präformiert, mithin die Geschlechtsbestimmung ein Vorrecht des mütterlichen Organismus. Eine willkürliche Einflussnahme auf die Geschlechtsbestimmung, wie sie bei einzelnen niederen Tieren durch verschiedenartige Ernährung des Muttertieres zweifellos möglich ist, erscheint bei Säugetieren und beim Menschen aussichtslos. Der Redner ging im Laufe seines Vortrages auf zahlreiche biologische Einzelheiten und auf eine Reihe von älteren und neueren Hypothesen in kritischer Form ein. Bei der Eigenart des Gegenstandes ist eine eingehende Würdigung von Details an dieser Stelle nicht tunlich. Wir begnügen uns daher mit diesem flüchtigen Hinweis auf die Grundgedanken des hochinteressanten Vortrages, an den sich eine angeregte Diskussion anschloss, an welcher sich die Herren Ammon, Carl, Dittrich, Hausrath, Grävenhan und Schuberg beteiligten.

589. Sitzung am 19. Dezember 1902.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 73 Mitglieder.
Neu angemeldete Mitglieder: Die Herren Augenarzt Dr. Alberti, Oberkriegsgerichtsrat Becker, Geh. Hofrat Schenck.

Herr Geh. Hofrat Dr. Bunte sprach im neuen grossen chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule über das Thema „Neues vom Gaslicht“. Der Vortragende erläuterte durch eine Reihe von Experimenten das Wesen der Flamme und zeigte, dass jede Flammenbeleuchtung durch Kerzen oder Lampen eine Art Gasbeleuchtung sei. Da die Leuchtkraft der Flamme durch glühenden Kohlenstoff (Russ) bedingt ist, so kann dieselbe erhöht werden durch Vermehrung der Kohleabscheidung mittels Benzolierung oder Karburierung des Gases oder durch Steigerung der Temperatur (Siemens Regenerativbrenner, Acetylen). Die Flamme wird entleuchtet durch Zumischung von Kohlensäure oder Luft



zum Gas. Das letztere geschieht in dem Bunsenbrenner. Bunsen erfand denselben 1852 und verwendete ihn bei der Einrichtung des neuen chemischen Laboratoriums in Heidelberg; seitdem ist der Bunsenbrenner mit unwesentlichen Abänderungen, nicht nur bei allen Gasheiz- und Kochgeräten, sondern auch bei der Gasglühlichtbeleuchtung in Anwendung. Die Vorgänge in der Bunsenflamme wurden sodann zergliedert; es wurde gezeigt, dass zu wenig Luftbeimischung ein Riechen, zu viel Luftbeimischung ein Zurückschlagen der Flamme erzeugt und dass die richtige Luftzufuhr für die Heizung wie für die Beleuchtung sehr wesentlich sei. Sodann wurde die Entwicklungsgeschichte des Gasglühlichtes geschildert und die Herstellung eines Glühkörpers gezeigt, durch Imprägnieren von Tüll mit den Salzen der Edelerden, Trocknen, Abbrennen und Härten, bis zum gebrauchsfähigen Zustande. Nachdem das Wesen der gebräuchlichsten Gasselbstzünder und die Bedingungen für deren Wirksamkeit durch Experimente erläutert, wurde eine Anzahl verschiedener Selbstzünder und Gasglühlichtlampen verschiedener Konstruktion vorgeführt, darunter auch eine Lucaslampe, die in Berlin zur Beleuchtung verschiedener Strassen Verwendung findet, und mit den elektrischen Bogenlampen an Helligkeit wetteifert. Redner ging dann auf die chemischen und physikalischen Bedingungen für die Lichterzeugung näher ein und knüpfte an die jüngsten Untersuchungen von Lummer und Pringsheim in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Betrachtungen über die Verteilung der Energie im Spektrum und über den Nutzeffekt der Flammenbeleuchtung. Derselbe betrage selbst bei den besten Auerlampen noch nicht 2 %, d. h. nur ein kleiner Teil der Energie werde in Wellen ausgestrahlt, welche im sichtbaren Teil des Spektrums liegen, während die weitaus grösste Energiemenge in den unsichtbaren Teil des Wärmespektrums falle. Manche Substanzen, Gase und feste Körper, darunter die Auermischung für Gasglühlicht mit 99 % Thor und 1 % Cer, besitzen eine selektive Strahlung, d. h. sie senden unter sonst gleichen Umständen mehr Lichtstrahlen aus, als ein glühender sogenannter absolut schwarzer Körper oder wie der Russ in den gewöhnlichen Leuchtflammen.

Durch Erhöhung der Temperatur des leuchtenden Körpers erfolge eine Verschiebung des Maximums der Strahlung nach dem sichtbaren Teil des Spektrums und die Ausnützung werde ausser-

ordentlich vergrössert. Eine solche Steigerung der Temperatur und dadurch die Leucht- und Glühkraft der Flamme könne durch Anwendung von Acetylen statt Leuchtgas oder von Lindeluft oder Sauerstoff an Stelle von atmosphärischer Luft herbeigeführt werden. Es sei die Aufgabe der Beleuchtungstechnik, der von der Wissenschaft gezeigten Richtung zu folgen und sie werde auf diesem Wege sicher noch weitere Erfolge erringen.

Im Anschluss an die Erörterungen über die Strahlungsgesetze wurde die Methode der optischen Pyrometrie zur Messung hoher Temperaturen erläutert und die Einrichtung des Pyrometers von Wanner gezeigt.

Von einer Diskussion wurde der vorgerückten Stunde wegen Abstand genommen.

590. Sitzung am 16. Januar 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend etwa 300 Zuhörer.

Der Vorsitzende begrüsste zuerst die auf Einladung erschienenen Mitglieder des oberrheinischen Bezirksvereins deutscher Chemiker, des Karlsruher Bezirksvereins deutscher Ingenieure, des Elektrotechnischen Vereins und des Karlsruher chemischen Vereins.

Herr Prof. Dr. Haber sprach sodann über seine Studienreise in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

591. Sitzung am 30. Januar 1903.

Vorsitzender: Herr Hofrat Dr. Meidinger. Anwesend 26 Mitglieder.

Neu angemeldete Mitglieder: die Herren: Assistent am mineralogischen Institut der Technischen Hochschule Buri, Geh. Kriegsrat Kund, Zinkograph Rud. Mayer, Technischer Hilfsarbeiter im Grossh. Ministerium des Innern Dr. Paravicini, Generalmajor z. D. v. Wallenberg.

Herr Dr. Wilser aus Heidelberg berichtete über die in den letzten Jahren durchgeführte, 45000 Mann umfassende schwedische Volksuntersuchung, die Anthropologia suecica. Der Vortrag ist unter den Abhandlungen zum Abdruck gebracht.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren Ammon und Muth.

592. Sitzung am 13. Februar 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 45 Mitglieder.

Der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, gedachte zuerst in warmen Worten der Verdienste des verstorbenen Staatsministers Dr. Nokk, dessen Mitwirkung es in erster Reihe zu danken sei, dass unter Grossherzog Friedrich Wissenschaften und Künste zu so hoher Entwicklung gelangten. Derselbe habe, trotzdem sein eigenes Denken und Streben mehr auf die schöne, vor allem klassische Literatur und auf Kunst gerichtet gewesen sei, doch auch die Bedeutung der Naturwissenschaften für unsere Kulturentwicklung klar erkannt und dieselben an unseren drei Hochschulen durch die Begründung von vortrefflich eingerichteten Instituten, die zu den besten Deutschlands gehörten, aufs wirksamste unterstützt. Auch in naturwissenschaftlichen Kreisen sei ihm deshalb ein dauerndes ehrenvolles Andenken gesichert.

Herr Professor Dr. Klein hielt sodann einen Vortrag über Zeichen und Inschriften in lebenden Bäumen. An zwei geringelten, etwa 10 cm dicken Stangenhölzern, an welchen im Frühjahr ein breiter Rindenstreifen ringsum bis auf das Holz abgeschält worden war und die $2^1/_2$ Jahre nach dieser Verletzung abgestanden waren, wurde der aufsteigende und absteigende Saftstrom demonstriert. Am oberen Wundrande hatte sich infolge der Stauung der ausschliesslich in der Rinde abwärts wandernden organischen Baustoffe ein breiter Überwallungswulst gebildet und das obere Ende des Stammes war weiter in die Dicke gewachsen, weil der unverletzt gebliebene Holzkörper auch nach der Verwundung Wasser und Aschenbestandteile von den Wurzeln zur Krone empor geleitet hatte. Unterhalb der Ringelungsstelle war jegliches Dickenwachstum unterblieben und der Baum stand ab, als die verhungernden Wurzeln den Transpirationsverlust nicht mehr zu decken vermochten. Beim Einschneiden von Buchstaben und sonstigen Zeichen in die Rinde läuft das Leben des Baumes keine Gefahr, dagegen wird durch derartige Inschriften, wenn sie bis auf oder bis ins Holz gehen, der Nutzholzwert der Stämme vermindert. Von den Wundrändern aus überwallen solche Inschriften in wenigen Jahren, die bekannten Bilder auf der Rinde liefernd, die in dem Masse, in welchem der Baum sich verdickt, mehr und mehr in die Breite gedehnt werden. Zugleich bewahrt aber auch, was dem Laien zumeist unbekannt bleibt, der Baum

das ehemalige Zeichen völlig unverändert in seinem Holzkörper wie in einem Archive auf. Die Überwallungswulst kann mit dem blossgelegten Holzkörper, dessen lebende Elemente rasch vertrocknen, nicht verwachsen. Die innerste Schicht des Überwallungswulstes wird in inniger Berührung mit dem toten Holze gleichfalls getötet und schwarz gefärbt, so dass später, wenn von den Überwallungswülsten jahrzehnte lang nach innen zu Holz gebildet worden ist, die ehemaligen Zeichen tief in den Baumstamm geraten. Bei zufälligem oder absichtlichem Aufspalten trennen sich die beiden Berührungsflächen und wir erhalten ausser dem ehemaligen Zeichen von braungrauer Farbe noch einen spiegelbildartigen Abdruck auf dem äusseren Spaltstück, der wie mit einem glühenden Eisen in das Holz eingebrannt erscheint. Bleiben beim Einschneiden solcher Zeichen isolierte Rindenstücke stehen oder werden hierbei Teile des Holzkörpers selbst herausgeschnitten, so erhalten wir das erste Mal auf der inneren, das zweite Mal auf der äusseren Spaltfläche die Zeichen reliefartig erhaben. Alle diese Dinge wurden durch eine Anzahl Sammlungsobjekte illustriert.

Sodann sprach Herr Professor Klein über seltene Formen der Fichte und Tanne im Schwarzwald, davon ausgehend, dass er schon seit Jahren an dem Material für ein forstbotanisches Merkbuch für das Grossherzogtum Baden sammle, in welchem über alle merkwürdigen Bäume unseres Heimatlandes berichtet werden soll, teils um dieselben einem weiteren Kreise von Naturfreunden bekannt zu machen, vor allem aber auch, um deren möglichst lange Erhaltung, wenigstens soweit es sich um „Naturdenkmäler“ handelt, dadurch zu erleichtern. An der Hand einer grossen Anzahl selbst aufgenommener Photographien wurden besprochen: eine Verwachsung von Fichte und Buche beim Wiedenereck, gewaltige vielgipfelige Wettertannen und Fichten von den Weidfeldern des hohen Schwarzwalds (Breitnauer Weidfeld, Giesiboden, Ungendwieden, Hörnle beim Notschrei, Feldberg, Obermulten), die Schlangentannen von Weisenbach, die Kugelfichte von Hundsbach, die Säulenfichten von St. Blasien, Notschrei und Forbach, die durch thujaartig hängende Äste ausgezeichnete sogenannte Auerhahntanne bei Schönmünzach, gewaltige und bizarre Stelzenfichten vom Schauinsland und von Forbach, vom

Sturme geworfene grosse Fichten und Tannen, von denen sich nachher einige Äste zu normalen Bäumen aufgerichtet und sogar vollständig bewurzelt hatten, vom Schauinsland, von Sulzburg und vom Hochkelch, Zwergformen der Fichte von Wieden und von Sulzburg, eine Zizenfichte von Oberried und die prachtvolle Warzentanne von St. Ulrich. Alle diese, zum Teil höchst auffallenden und merkwürdigen Bildungen, die zum grössten Teil auf Samen- oder Knospenvariation zurückzuführen sind, wurden, soweit dies möglich, ihrer Entstehungsweise nach erklärt. Redner knüpfte daran die Bitte, die hiermit auch an weitere Kreise gerichtet werden soll, ihn auf interessante Bäume jeglicher Art unserer Heimat aufmerksam zu machen.

593. Sitzung am 6. März 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 33 Mitglieder.

Herr Dr. Auerbach hielt einen Vortrag über den Winterschlaf unserer heimischen Säugetiere. In der ganzen Klasse der Wirbeltiere ist der Winterschlaf eine weit verbreitete Erscheinung. Einzelne Fische, alle heimischen Amphibien und Reptilien verfallen im Herbst in einen lethargischen Zustand, der bis zum Frühjahr währt. Nach den neuesten Untersuchungen scheinen sogar einzelne Vögel einen Winterschlaf abzuhalten. Unter den Säugetieren sind auch Winterschläfer viele unserer Nager, z. B. Murmeltier, Hamster, Siebenschläfer u. s. w., dann Insektivoren, z. B. die Igel und alle bei uns lebenden Fledermäuse. Bär und Dachs dürfen nicht zu den echten Winterschläfern gerechnet werden. Die Haupterscheinungen während des Schlafes sind: 1. eine starke Herabsetzung der Sensibilität. 2. Verminderung des gesamten Stoffwechsels auf das möglichst kleinste Mass und als Folge hiervon 3. Verminderung der Körpertemperatur, der Herz- und Atemtätigkeit. 4. Besonders bemerkenswert ist es, dass beim Erwachen eine plötzliche, rapide Steigerung der Eigenwärme der Tiere auf die normale Temperatur stattfindet, ohne dass man bis jetzt im stande ist, anzugeben, woher eine solche enorme Verbrennungswärme, die hierzu notwendig ist, vom Tiere genommen wird. In bezug auf Nahrungsaufnahme verhalten sich die verschiedenen Schläfer sehr verschieden; es geht aber

aus den Untersuchungen hervor, dass z. B. Murmeltier und Igel während der ganzen Dauer des Schlafes keine Nahrung aufzunehmen brauchen. Versuche, Merkmale zu finden, die nur den Winterschläfern eigentümlich sind, haben bis jetzt keinen Erfolg gehabt. Die schon vor langer Zeit entdeckte Winterschlafdrüse hat sich auch bei Nichtwinterschläfern gefunden; nach den neuesten Untersuchungen bildet sie nur eine Art des Fettgewebes. Man ist bis jetzt noch nicht im stande, genau den Grund des Verfalles in den Winterschlaf anzugeben. Jedenfalls darf nicht die Kälte allein dafür verantwortlich gemacht werden, sondern es kommen noch andere Umstände hinzu, wie z. B. Nahrungsmangel im Winter, Einfluss der Jahreszeiten u. s. w. Das Experiment, künstlich den Winterschlaf zu erzeugen, ist bis jetzt erst einem Forscher gelungen, und zwar F. G. Suber am Ende des 18. Jahrhunderts. Er war im stande bei Hamstern beliebig das Einschlafen zu bewirken. Ein Vergleich des Winterschlafes mit dem gewöhnlichen, ruhigen Schlafe zeigt, dass beide weit von einander verschiedene Erscheinungen im Leben der Tiere sind und dass ersterer eine weise Einrichtung der Natur ist, durch die sie in Zeiten ungünstiger äusserer Lebensbedingungen ihre Geschöpfe vor dem drohenden Untergang bewahrt.

An der sich an den Vortrag knüpfenden Besprechung beteiligten sich ausser dem Vortragenden die Herren Ammon, Döderlein, Engler, Gräfenhan, Meidinger, Stoll, Tross und Volz.

594. Sitzung am 27. März 1903.

Im grossen chemischen Hörsaal der Technischen Hochschule.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend I. K. Hoheiten der Grossherzog und die Grossherzogin, sowie zahlreiche Gäste.

Der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, eröffnete die Sitzung, wobei er Ihren Königlichen Hoheiten dem Grossherzog und der Grossherzogin den ehrerbietigsten und wärmsten Dank des Vereins für den regen Anteil, den sie jederzeit seinen Bestrebungen entgegengebracht hätten, ausdrückte; sodann gab Herr Privatdozent Dr. Schwarzmann einen vorläufigen Bericht über die Erdbeben vom 22. März in der Nähe von Karlsruhe.

Der Redner leitete seinen Vortrag ein durch einen kurzen Überblick über die geologischen Verhältnisse der oberrheinischen Tiefebene und des Schwarzwaldes, sowie über die verschiedenen

Gruppen der hier beobachteten Beben und gab hierauf die wesentlichen Punkte an, auf welche man bei Wahrnehmung eines Bebens zu achten hat.

Das Beben vom 22. März 1903 gehört zu denjenigen Dislokationsbeben, welche auf eine Bewegung der unter den mächtigen Schottermassen des Rheindiluviums befindlichen, durch Verwerfungen zerstückelten Gesteinsmassen, zurückzuführen sind. Das Hauptbeben vom 22. März, 6 Uhr 4 Minuten morgens, äusserte sich in Kandel am stärksten (Kamine abgestürzt, Risse am Verputz der Mauern). Eine kartenmässige Darstellung dieses Bebens, durch Eintragen der positiven und negativen Nachrichten, zeigte eine Verbreitung der gemeldeten Erschütterungen nördlich bis Philippsburg, Germersheim, Edenkoben, westlich bis Rinntal und Niederschlettenbach, südlich bis zur Lauter und bis Durmersheim. Auf der Ostseite wurde eine Grenze festgelegt durch die positiven Berichte von Ettlingen, Karlsruhe bis zum Schlachthof und Eggenstein einerseits und anderseits durch die negativen Meldungen von Wolfartsweier, Durlach, Hagsfeld, Friedrichsthal. Die Orte Grötzingen, Berghausen, Söllingen im Pfinztal, sowie Palmbach und Grünwettersbach haben das Beben gleichfalls nicht verspürt; dagegen ist in Bretten das Beben wahrgenommen worden. Es ist dies aus der Tatsache zu erklären, dass Kiese und Sande des Rheintals bei ihrer grossen Mächtigkeit als Polster dämpfend auf die Erschütterung wirken, während festes Gestein dieselben besser leitet, sowie aus dem modifizierenden Einfluss der Verwerfungsspalten.

Das schwächere Nachbeben, 1 Uhr 56 Minuten, schien sein Zentrum unter Pforz zu haben. An diesem Ort wurden Schornsteine umgeworfen und daselbst, ebenso wie in Knielingen und Teutschneureuth wurde, dieses Beben stärker als das Hauptbeben verspürt.

Vorbeben fanden statt schon Anfang des Jahres, insbesondere 27. bis 30. Januar, am Samstag den 21. März, 8 Uhr vormittags, am Sonntag den 22. März, etwa 3 Uhr (4 Uhr) und $^1/_4$6 Uhr früh. Dann kam das Hauptbeben um 6 Uhr 4 Minuten. Die Zeitangaben differieren jeweils um einige Minuten. Dem Nachbeben um 1 Uhr 56 Minuten nachmittags folgten weitere: um 4 Uhr nachmittags (Rollen verspürt in Langenberg), 6 Uhr abends, am Donnerstag den 26. März 2 Uhr nachts und 10 Uhr 10 Mi-



nuten morgens ($10^3/_4$ Uhr), Freitag den 27. März $^1/_2 3$ Uhr (3 Uhr) nachts.

Das Hauptbeben hatte im allgemeinen eine Dauer von vier Sekunden, das Nachbeben um 1 Uhr 56 Minuten nachmittags von 2 Sekunden (Teutschneureuth 8 Sekunden). Bei jenem wurden meist zwei oder drei Stösse, bei diesem ein Stoss oder ein Rütteln gemeldet. Bei beiden wurden Schallerscheinungen, insbesondere von solchen Orten, welche nicht weit vom Herd des Bebens entfernt waren, gemeldet. Darunter wird häufig unterirdisches Geräusch und dreimal ausdrücklich vorhergehendes donnerartiges Geräusch mit nachfolgendem Stoss gemeldet. Das Registrierbarometer des meteorologischen Zentralbureaus zeigte beim Nachmittagsbeben um 1 Uhr 54 Minuten einen kleinen Ausschlag. Bei den stärker erschütterten Orten wurden auch Furchterscheinungen der Tiere beobachtet.

Am 24. Januar 1880 hat ein Erdbeben stattgefunden, das gleichfalls seinen Hauptherd in der Gegend von Kandel gehabt hat und im allgemeinen dieselben Ortschaften, wie die jetzige Erschütterung berührt hat, jedoch damals noch anderweitige Gebiete betraf. Es ist vielleicht möglich, dass eine genaue Untersuchung Aufschlüsse über den tektonischen Bau unter der Diluvialdecke des Rheintals liefert.

Zum Schluss erwähnte der Vortragende die Erdbeben, welche etwa gleichzeitig mit dem unsrigen in Piemont, Südfrankreich und Südengland aufgetreten sind, sowie die erneute Tätigkeit der Soufrière, gab Beispiele von früheren derartigen Simultanbeben und machte auf die verschiedenen Möglichkeiten der Erklärungsversuche solcher Simultanbeben aufmerksam.

Im Anschluss daran machte Herr Geh. Hofrat Dr. Haid die Mitteilung, dass die Beobachtungen, die er an der feinen Libelle auf der Axe des Passageninstrumentes in der Nacht vom 21. auf 22. und am Nachmittag des 22. machte, keine Änderungen in dem vertikalen Stande des isolierten Mauerpfeilers im geodätischen Observatorium konstatieren lassen. Ob eine gleichmässige Senkung stattgefunden habe, muss jedoch dahin gestellt bleiben. Änderungen in der Höhenlage durch Erdbeben sind im allgemeinen sehr wahrscheinlich; dieselben sind aber zunächst nicht so leicht nachweisbar, bis sie durch wiederholte Beben nach Verlauf eines längeren Zeitraums einen für die Messung merklichen Betrag

erreicht haben. Die kurz vor und nach dem Erdbeben vom 24. Januar 1880 ausgeführten Nivellements auf der Strecke Strassburg—Appenweier lassen solche Höhenänderungen vermuten, und die Widersprüche, die neuerdings zwischen den genauen nivellitischen Höhenbestimmungen vom Jahre 1881 und den neueren schweizerischen Präzisionsnivellements längs der Strecke Basel—Konstanz sich ergeben, dürfen auch auf Änderungen in der Höhenlage zurückgeführt werden.

595. Sitzung am 24. April 1903.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 51 Mitglieder. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Assistent am chemischen Institut der Technischen Hochschule Dr. Arnold, Handelslehrer Fink, Assistent für Bodenkunde an der Technischen Hochschule Dr. Jahn, Chemiker Dr. Just.

Herr Privatdozent Dr. Muth hielt über den Kreislauf des Stickstoffs einen Vortrag, der in erweiterter Form unter den Abhandlungen des vorliegenden Bandes zum Abdruck gebracht ist.

An der sich hieran knüpfenden Besprechung beteiligten sich ausser dem Vortragenden die Herren Engler, Le Blanc, Siefert und Wöhler.

596. Sitzung am 15. Mai 1903.

Mitglieder-Hauptversammlung.

Vorsitzender: Herr Geheimerat Dr. Engler. Anwesend 42 Mitglieder. Neuangemeldete Mitglieder: die Herren Ökonomierat Magenau in Augustenberg; Verbandssekretär Riehm.

Herr Geh. Hofrat Dr. Meidinger gab in Vertretung des erkrankten Schriftführers zunächst den Bericht über die Tätigkeit des Vereins im verflossenen Geschäftsjahre; es geht daraus hervor, dass der Verein zurzeit 211 Mitglieder zählt und damit eine Stärke erreicht hat, die er seit seiner Gründung noch nicht besessen hat.

Herr Direktor Treutlein gab hierauf für den am Erscheinen verhinderten Kassier den Kassenbericht, der im Vorwort zum Abdruck gebracht ist. Nachdem dem Kassier Entlastung erteilt worden war, wurde der bisherige Vorstand durch Zuruf wieder gewählt.

Der Vorsitzende, Herr Geheimerat Dr. Engler, wies sodann anlässlich des 100. Geburtstages von Justus v. Liebig auf dessen Bedeutung für die Entwicklung der Chemie hin; Herr Geh. Hofrat Dr. Meidinger machte im Anschluss daran noch einige interessante Mitteilungen über seine Beziehungen zu Liebig während seiner Studienzeit in Giessen.

Herr Privatdozent Dr. Wöhler hielt darnach einen Vortrag über „selbststrahlende Materie". Nach seinen Ausführungen fand 1896 Becquerel im Verfolg der eben entdeckten X-Strahlen, dass Uran und Uransalze, wie auch Uranmineralien sehr aktive Strahlen aussenden, welche die Luft jonisieren, d. h. sie leitend machen, auf die photographische Platte wirken, wie Lichtstrahlen und Fluoreszenz in manchen Körpern, wie Flusspath, Zinkblende u. a., hervorrufen. Auch blaue Färbungen werden in diesen Substanzen erzeugt; sie sind auf eine chemische Einwirkung zurückzuführen, da es dem Vortragenden gelang, die gleiche blaue Farbe im farblosen Flusspath durch metallisches Calcium zu erzeugen. Selbststrahlend oder radioaktiv heissen die „Becquerelstrahlen", weil sie ohne äussere Zufuhr freier Energie in der Wärme und in der Kälte verflüssigter Luft, auf der Erdoberfläche und in dem 852 Meter tiefen Clausthaler Schacht in gleicher Weise wirken.

Ein Schweizer Ehepaar, Herr und Frau Curie, vermochten 1898 aus den Rückständen der Joachimstaler Uranpecherz-Verarbeitung eine besonders aktive Substanz dieser Art, das Radium zu isolieren, das sich als neues Element vom Atomgewicht 225, mit einem charakteristischen Spektrum erweist. Nur wenige millionte1 Prozent sind in dem Erz vorhanden, so dass aus Tonnen Erz nur Milligramme Radium zu gewinnen sind und die Darstellung von 1 Gramm auf etwa 8000 M. zu stehen kommt. Die Strahlen rufen schmerzhafte und schwerheilende, eiternde Wunden durch Glas und Kleider hindurch hervor, bräunen Papier und vernichten den Haarwuchs. Andere Stoffe mit ähnlichen Eigenschaften und unter dem Namen Polonium, Aktinium, Radioblei und Radiotellur sind ebenfalls in dem Uranpecherz aufgefunden worden, doch ist ihre Existenz als neue Elemente noch zweifelhaft.

Wie Moschus und andere Riechstoffe senden die radioaktiven Substanzen eine stoffliche Emanation aus, durch welche anderen Körpern im eingeschlossenen Raum die gleichen selbststrahlenden Eigenschaften, also durch Induktion, vorübergehend erteilt werden.

Aus der Ablenkung eines Teils der Becquerelstrahlen im magnetischen Felde und ihrer Ähnlichkeit mit Kathodenstrahlen geht hervor, dass sie zum Teil, wie diese, aus kleinsten Partikelchen mit negativer Ladung (Elektronen) bestehen von einer Grösse, die höchstens den 2000sten Teil derjenigen eines Wasserstoffatoms erreicht, und besitzen eine Geschwindigkeit, die halb so gross wie die des Lichtes ist.

Die Quelle der dauernden Energieausstrahlung ist vielleicht in einer Umlagerung der noch in einem instabilen (metastabilen) Zustande befindlichen schwersten Atome Uran und Thor zu suchen, welche überschüssige Elektronen bis zur Stabilität ausschleudern, womit ein gleichzeitiger Verlust an Masse verbunden sein kann, der durch die Wage nicht feststellbar ist, aber nicht notwendig verbunden sein muss, da die Trägheit der magnetisch ablenkbaren, abgeschleuderten Massenteilchen elektromagnetisch gedeutet also nur vorgetäuscht worden sein kann.

Abhandlungen.

Zur Biologie der Gattung Chermes Htg.,
insbesondere
über die Tannenrindenlaus Chermes piceae Ratz.

Von Prof. Dr. **O. Nüsslin.***

Bei der Auswahl des Themas meines Vortrags kamen mir wiederholt Bedenken verschiedener Art. Sollte es möglich sein, so fragte ich mich, den Gegenstand meiner Wahl in einem verständlichen einigermassen abgerundeten Bilde in der kurzen Zeit einer Stunde Ihnen vorzuführen? Ist doch die Gattung *Chermes* die allerverwickeltste aller Pflanzenläuse, die wir kennen. Ich kann deshalb nur einzelne Bruchstücke unseres Wissens darbieten. Ich will dabei Ihr Auge insbesondere auf Erscheinungen lenken, die zu Fragen von allgemeinerem wissenschaftlichem Interesse hinführen und andererseits darf ich mir hier wohl erlauben, in meiner Auswahl Ihre Aufmerksamkeit insbesondere für Gebiete in Anspruch zu nehmen, die in den letzten Jahren der Gegenstand meiner eigenen Forschung geworden sind.

Die Gattung *Chermes* Htg. bildet mit der Gattung *Phylloxera* Fonsc. die Familie der *Phylloxeriden* Dreyf. oder Afterblattläuse, welche selbst wieder mit den *Psylliden* oder Blattflöhen, *Aphiden* oder Blattläusen und *Cocciden* oder Schildläusen die Unterordnung der *Phytophthires* oder Pflanzenläuse in der Ordnung der *Rhynchoten* oder Schnabelkerfe zusammensetzen.

Alle Afterblattläuse kennzeichnen sich durch ihre kleine gedrungene Gestalt, durch kurze Fühler und Beine, durch ungeflügelte Geschlechtstiere, durch vorwiegend parthenogenetische Fortpflanzung, alle sind ausschliesslich ovipar.

Von der Laubholzgattung *Phylloxera* ist unsere Gattung *Chermes* scharf unterschieden: sie ist auf Nadelholz beschränkt,

---

* Siehe auch: O. Nüsslin „Zur Biologie von Chermes piceae Ratz.", Naturw. Ztschr. für Land- und Forstwirtschaft, I. Jahrg. 1903, 1. und 2. Heft.

ihre parthenogenetischen Weibchen sind durch harte Hautchitinplatten und durch Wachsausscheidungen gekennzeichnet, ihre Geschlechtstiere haben stets ausgebildete Mundteile und Darm, und die Geflügelten legen ihre Flügel stets dachförmig zusammen.

Während alle *Phylloxera*-Stadien nur 3gliedrige Fühler besitzen, haben die *Chermes*-Läuse 3-, 4- oder 5gliedrige Fühler. Während *Phylloxera* sich mit dreierlei Generationen begnügt, die sämtlich auf einer Wirtspflanze verbleiben, hat *Chermes* normal fünf Generationen, von denen einzelne auf andere Nadelhölzer auswandern.

Ursprünglich waren die *Chermes*-Arten auf der Fichte *(Picea excelsa, orientalis, alba, sitchensis etc.)* zu Hause gewesen und erzeugten hier Knospengallen, die an ananasartige Früchte erinnern und in denen sich eine zweite Generation entwickelt. Das ist der biologische Grundcharakter der Gattung.

Alle anderen Vorkommnisse von *Chermes*-Läusen an der Rinde, den Nadeln und Knospen von Lärchen, Kiefern und Tannen sind sekundär und durch Auswanderungen von der Fichte entstanden, nie sind dieselben mit Gallenbildungen an diesen Pflanzen verbunden, auch kehren die meisten dieser Auswanderer zur Fichte wieder zurück, um hier ihren Lebenszyklus zu beschliessen.

Der normale Lebenszyklus einer *Chermes*-Art setzt sich heute aus fünf Generationen zusammen und verläuft auf zwei Nadelholzarten. Der Zyklus beginnt mit der aus dem befruchteten Ei im Spätsommer entstandenen Generation, welche deshalb als I. oder Fundatrix-Generation zu bezeichnen ist. Die Fundatrix ist zugleich die eigentliche Gallenerzeugerin, indem durch ihr Saugen die Umbildung der normalen Fichtenknospe zur Knospengalle eingeleitet wird. Die Fundatrix überwintert als Larve an der Knospe oder in der Nähe, stets ungehäutet. Erst im Frühjahr, wenn die Baumsäfte in Bewegung geraten, erwacht auch ihre Lebensenergie. In rascher Folge wächst sie jetzt, häutet sich dreimal, verändert dabei auch ihre Hautstruktur und legt einen Haufen zahlreicher Eier, die in weisse Wachswolle eingebettet werden. Die Fundatrix nimmt erwachsen eine plumpe birnförmige Gestalt an, bleibt stets flügellos,

ihre Eier entwickeln sich unbefruchtet, sie selbst ist ein parthenogenetisches Weibchen.

Zur Zeit ihrer Eiablage hat sich auch die Fichtenknospe zu entwickeln begonnen. Aber die zarten Nadeln sind unter der Knospenhülle schon deformiert, indem ihre Basis verdickt und verbreitert erscheint. Die jetzt nach und nach aus den Eiern der Fundatrix ausschlüpfenden Jungen steigen zur Knospe und verkriechen sich in die Achseln der jungen Nadeln, um daselbst zu saugen. Unter der Wirkung dieses Saugens vervollständigt sich die Deformierung der Knospennadeln. Statt zu schmalen Nadeln werden dieselben zu Schuppengebilden, ähnlich den Zapfenschuppen der Koniferenfrüchte. Nur an der Spitze erkennt man mehr oder weniger Gestalt und Färbung der Nadel. Die Schuppen selbst bleiben weisslichgrün und verfärben sich später an den Rändern in gelblichen oder rötlichen Tönen. Durch das Wachsen der Nadelbasen in die Breite schliessen sich die Schuppengebilde seitlich fest aneinander an und bilden so das geschlossene Ganze der Knospengalle. Die Läuse werden durch das Wachstum der Knospengalle käfigartig eingeschlossen, je ein Tier oder mehrere zusammen in eine Kammer im Innern der Knospennadelnachseln. Die reiche Nahrung der rasch wachsenden Knospengalle beschleunigt auch das Wachstum der Insassen. Nach dreimaliger Häutung sind sie zu „Nymphen" geworden, das heisst mit Flügelstummeln versehen. Jetzt klaffen infolge zunehmender Austrocknung der Galle die Ränder zwischen den Knospenschuppen in Form von Spalten und gestatten den Nymphen den Austritt ins Freie. Oben auf der Knospengalle umherkriechend, verfärben sich die blassen Nymphen unter dem Einfluss des Lichtes, häuten sich zum vierten Mal und werden jetzt zu Geflügelten.

Das ist die II. Generation oder die Migrans alata-Generation. Denn diese Geflügelten verbleiben nicht auf der Fichte. Zum Fluge erstarkt verlassen sie die Mutterpflanze, um sich auf einer anderen Konifere, je nach der *Chermes*-Art auf einer Lärche, Kiefer oder Tanne niederzulassen. Hier erst legen die Geflügelten ihre zahlreichen Eier ab. Auch diese bleiben unbefruchtet, denn auch die Migrans alata ist ein parthenogenetisches Weibchen. Die Geflügelten haben fünfgliedrige Fühler im Gegensatz zu den dreigliedrigen Fühlern der Fundatrix. Die Ueberwanderung zur „Zwischenkonifere" findet bald früher, bald später

im Jahre statt, je nach der Zeit der Reifung der Gallen. Der früheste Termin ist wohl die erste Hälfte des Juni, so bei *Ch. coccineus* Chol., *strobilobius* Kalt., *orientalis* Dreyf.; bei *Ch. viridis* Ratz. beginnt dagegen der Ausflug erst im halben Juli.

Die Auswanderer legen ihre Eier stets auf den Nadeln der Lärchen, Kiefern und Tannen ab, woselbst sie auch saugen. Dabei scheiden sie meist reichliche Wolle* ab, sodass die zahlreichen Eier unter den dachförmig angelegten Flügeln und der ausgeschiedenen Wolle geborgen sind. Etwa 14 Tage nach dem Ueberflug entschlüpfen den Eiern junge Larven, die alsbald von der Mutter wegkriechen, frühestens Ende Juni bis Ende Juli, während die geflügelten Mütter nach der Eiablage absterben und allmählig durch Regen und Wind von den Nadeln entfernt werden. Aus diesen Jungen entsteht eine III. Generation, ungeflügelt wie die erste und wiederum rein parthenogenetisch. Sie verbleibt ihr ganzes Leben auf der Zwischenkonifere und heisst deshalb Emigrans. In ihrer körperlichen Beschaffenheit, insbesondere in der durch die Chitinplatten bedingten Hautstruktur ähnelt die junge Emigrans der Fundatrix, weshalb sie auch Fundatrix spuria genannt worden ist zur Unterscheidung von der Fundatrix vera. Auch beharrt sie bei den meisten Arten, *Ch. viridis* Ratz., *strobilobius* Kalt. und *coccineus* Chol. den ganzen Rest der Saison im ersten Larvenzustand, um erst im nächsten Frühjahr gleich der Fundatrix zu neuem Leben zu erwachen. Bei *Ch. sibiricus* Chol. und *Ch. orientalis* Dreyf. scheint die Emigrans dagegen rasch zu wachsen, sich noch vor Winter dreimal zu häuten und fortzupflanzen, dabei wieder ihresgleichen zu erzeugen.

Im nächsten Frühjahr entwickelt sich die überwinterte Emigrans-Larve nach dreimaliger Häutung zur Eierlegerin.

Aus den Eiern der Emigrans gehen nun Larven hervor, die, zarthäutig bleibend, auf junge Nadeln des beginnenden Maitriebs wandern, sich auf deren Unterseite ansaugen und rasch unter viermaliger Häutung zu Geflügelten entwickeln. Diese Geflügelten, ebenfalls parthenogenetische Weibchen, wiederholen in ihrer körperlichen Erscheinung in jeder Beziehung ihre Vorgänger von der zweiten Generation der Migrans alata, nur sind sie kleiner und vermögen kaum die Hälfte der Eier jener Vorgänger

* *Ch. strobilobius* Kalt. nicht.

zu produzieren. Da aus diesen Eiern die Geschlechtstiere hervorgehen, hat man diese IV. Generation die „Sexupara"-Generation genannt. Man könnte sie ebenso charakteristisch die Remigrans-Generation nennen, weil diese Geflügelten niemals auf der Zwischenkonifere verbleiben, sondern zur Fichte zurückkehren. Da diese Sexupara-Geflügelten viel kleiner als die Migrantes alatae sind, sich daher rascher entwickeln als diese, sind sie stets die ersten *Chermes*-Geflügelten, die in der Saison erscheinen, Mai, Juni. Auch sie setzen sich an die Nadeln, saugen hier und erzeugen gelbliche Flecken. Unter ihren dachförmigen Flügeln und öfters in Wolle eingebettet, verbergen sie schützend ihre wenig zahlreichen Eier (bis ca. 20). Aus diesen Eiern gehen nun die Geschlechtstiere, Männchen und Weibchen hervor, die V. Generation oder die Generation der Sexuales, die einzige gamogenetische Generation des Entwicklungszyklus. Sie verbleiben zunächst an den Nadeln, häuten sich unter den Flügeln der toten Mutter dreimal; Männchen und Weibchen sind ungeflügelt, etwas zwerghaft, das Männchen mit auffallend längeren Gliedmassen versehen. Sie bekommen im Gegensatz zu den anderen ungeflügelten Generationen viergliedrige Fühler. Nach der Begattung legt das Weibchen sein einziges, aber befruchtetes Ei ab, aus welchem noch in der Saison die Fundatrixlarve hervorkommt. Damit ist der Entwicklungszyklus geschlossen. Er ist zweijährig und enthält fünf Generationen: vier parthenogenetische und eine gamogenetische, drei sind ungeflügelt, zwei geflügelt. Die Generationen I und V leben nur auf der Fichte, II und IV auf der Fichte und auf der Zwischenkonifere, Generation III nur auf der Zwischenkonifere.

Nur eine *Chermes*-Spezies, *Ch. viridis* Ratz., zeigt nach unseren jetzigen Kenntnissen den soeben geschilderten Entwicklungszyklus in voller Strenge.

Die meisten Arten weichen dadurch ab, dass die III. Generation der Emigrans auf der Zwischenkonifere in bezug auf ihre Nachkommen sich spaltet. Gleichsam unschlüssig geworden, bleibt ein Teil der Nachkommen auf der Zwischenkonifere zurück, während der andere der Tradition treu gebliebene Teil zu den zur Fichte heimkehrenden Sexuparen sich entwickelt. Der im Exil auf der Zwischenkonifere verbleibende Teil, dem es hier offenbar besser zusagt, erzeugt eine Generation nach der

andern, alle mehr oder weniger ursprünglich sich gleichbleibend. Das sind die Generationen der Exules oder Exulantes, die sich als eine Parallelgeneration IIIa neben die Sexupare einschalten lassen.

Solche Exulantes sind es auch, welche uns bei *Ch. piceae* Ratz. fast ausschliesslich begegnen.

Unsere Beobachtungen lehren in dieser Beziehung, dass kein Teil der Tanne über der Erde von Angehörigen solcher Exulantes verschont bleibt. Die Bilder, welche uns diese Schmarotzer darbieten, sind äusserst verschiedenartig, besonders in der Saison. Im Winter verharren sie mehr oder weniger erstarrt, jedoch in verschiedenen Altersstadien, auch als Eier, an Knospen und Trieben und an der Rinde des Hauptstammes.

Im Frühjahr treffen wir sie vor allem auffällig an den Maitrieben. Schon in die schwellende Knospe dringen die den Eiern entschlüpften äusserst beweglich umherwandernden jungen Exules. saugen hier sich festsetzend an Trieb und Nadeln. Der Maitrieb wird dadurch um so empfindlicher im Wachstum gehemmt, je zarter der Zustand ist, in dem er befallen wurde. Da leidet nun ganz besonders die neuerdings so beliebte aus dem Osten stammende Nordmannstanne. Da sie später austreibt, als unsere im Westen heimische Tanne wird sie besonders massenhaft befallen. Denn um diese Zeit konnten sich die auf unserer frühtreibenden Edeltanne angesiedelten Läuse schon erheblich vermehren. Die überwinterten legreifen Exulans-Individuen, insbesondere an den Triebteilen der vor- und vorvorjährigen Zweige, erwachen mit dem Saftsteigen zu ungeheurer Fruchtbarkeit, wie die Eierhaufen auf unseren Präparaten und Zeichnungen kundgeben. Die Maitriebe der Weisstanne wachsen aber gleichfalls sehr früh, erstarken bald und leiden deshalb in der Regel wenig durch das Saugen der jungen Läuse. Allein die Triebe der Nordmannstanne spriessen erst erheblich später, und dadurch trifft sie das Heer der unterdessen ausgekommenen Jungläuse in dem allergünstigsten Zustande für seine Saugtätigkeit, im allerungünstigsten Stadium für die Pflanze. Dicht gedrängt beginnen sie ihr Sauggeschäft, wenn die Trieb- und Nadelteile der auswachsenden Knospe noch gelblich und zart sind. Der Saftentzug macht den Trieb zwerghaft, der zarte Gewebezustand ermöglicht zugleich die Deformierung. Das Endresultat ist ein kurzer Trieb mit kurzen um-

gekräuselten Nadeln. Die Präparate und Bilder sprechen diese Missbildung aufs deutlichste aus. An derselben sind fast ausschliesslich die jungen ungehäuteten Läuse schuld, welche den Eiern der überwinterten Mutterläuse entstammen.

Dieser energischen Saugtätigkeit der Jungläuse folgt bald für die meisten ein Zustand der Lethargie. Mit der Erhärtung der Gewebe und der Verminderung der Saftintensität erschlafft die Lebensenergie der Jungläuse, ihr Wachstum hört auf, sie verharren ungehäutet und sich gleichbleibend an der Triebachse festsitzend. Wir werden später auf dieses Vorkommnis zurückkommen.

Ein Teil der Jungläuse jedoch, an den Nadeln des Maitriebs, erfährt Wachstum und Weiterentwicklung, und zwar in zweifach verschiedener Weise.

Die einen, keine Wolle ausscheidend, werden nach dreimaliger Häutung zu Nymphen, nach einer vierten Häutung zu den geflügelten Sexuparen und verlassen wegfliegend die Pflanze.

Die anderen, mehr und mehr Wolle ausscheidend, werden nach dreimaliger rasch vollzogener Häutung zu Eierlegerinnen. Sowohl die Mutterläuse, als die wenig zahlreichen Eier sind in den schneeweissen kugeligen Wollhäufchen versteckt, die jetzt oft zahlreich auf der Unterseite der Tannennadeln zu finden sind. Ähnliche Wollklümpchen sind schon früher von Dreyfuss auf der Unterseite der Nadeln der kanadischen Tanne gesehen worden, die Urheberin wurde von diesem Autor *Ch. funitectus* genannt.

Ein weiteres oft sehr in die Augen fallendes Vorkommnis der Exulantes finden wir an der Rinde der Weisstannenstämme. An solchen Stämmen, jüngeren wie älteren, kann die Rinde gleichmässig dicht, wie mit Schimmel überzogen erscheinen. Dieser Schimmel erweist sich als Wachswolle, ausgeschieden von den Mutterläusen, die in dicht gesäten Kolonien die Rinde bewohnen, in allen Alters- und Häutungsstadien, fast Laus an Laus nebeneinander sitzend.

Aber auch an der Rinde der Äste und Zweige finden wir Exulanten, ganz besonders an den vor- und vorvorjährigen Trieben, die, weniger Wolle ausscheidend, die grösste Fruchtbarkeit zu haben scheinen und aus deren Eiern alljährlich die Maitriebe besiedelt werden, wie diese Mutterläuse selbst aus den Triebläusen des Maitriebs nach Überwinterung hervorgehen.

Auch an den Knospen, in den Nadelachsen der Triebe und in der Knospenschuppenhülle des jungen Triebes können eierlegende Exulanten angetroffen werden.

Alle diese Exulans-Mütter entwickeln sich aus gleichen Larven, und das Experiment hat gezeigt, dass die verschiedenen Formen der Stammrinden-, Zweigrinden-, Nadel- und Knospen-Mutterläuse und ebenso die sexuparen Geflügelten aus den Eiern sich entwickeln, die im ersten Frühjahr von den Läusen am vorjährigen Triebe erzeugt worden sind. Aber ebenso können aus den Eiern der Nadelwolläuse Knospen- und Rinden-Mutterläuse hervorgehen.

Die einzelnen Formen der erwachsenen Mutterläuse sind aber keineswegs morphologisch identisch. In der Grösse und Gestalt und insbesondere in der Art und Ausdehnung der Chitinisierung und in dem Wachsdrüsenreichtum ihrer Haut zeigen sich erhebliche Unterschiede. Die an den Knospen sitzende Mutterlaus scheidet nur wenig Wolle aus, die Wachsdrüsenfelder ihrer Haut können fast vollständig verloren gehen, dafür entwickeln sich die Chitinplatten um so kräftiger und verdicken sich in der Mitte zu buckeligen Erhebungen, an denen noch die Skulptur der ehemaligen Drüsenfelder erkennbar ist.

In entgegengesetzter Richtung entwickeln sich einzelne der an alter Stammrinde lebenden Mutterläuse. Die Chitinisierung kann hier fast ganz verloren gehen, nur am Kopf und Prothorax bleiben verdickte Teile zurück, dafür verbleiben die Drüsenfelder, und die Wachsausscheidung nimmt eine besonders gesteigerte Intensität an

Es liegt nahe, daran zu denken, dass in dem dichten Wollflaum der alten Stammrinde solche nahezu chitinlosen Formen gedeihen konnten, während an der Knospe eine kräftig chitinsierte Form besseren Schutz fand. Die Nadelmutterlaus steht zwischen beiden Extremen, ist kräftig chitinisiert, behält aber reiche Drüsenfelder und scheidet reichlich Wolle und besonders derbe Fäden ab, weshalb sie Dreyfuss *funitectus* genannt hat.

Obwohl die Extreme in hohem Grade verschieden sind, lassen sich doch Übergänge nachweisen, auch ist der gemeinsame Ursprung durch das Experiment der Zucht leicht festzustellen, so dass wir weder von verschiedenen Arten, noch von Abarten sprechen können. Es handelt sich lediglich um eine gewaltige Ver-

änderlichkeit der Form unter dem jeweiligen direkten Einfluss der Ernährungs- und Platzbedingungen, welche der Schmarotzer an der Wirtspflanze findet und denen sich die Larve im Laufe ihrer Häutungen anpasst. Dass aus den Eiern derselben Mutter bald die buckelige Knospenform, bald die drüsenreiche Rindenform hervorgehen kann, darf uns nicht mehr überraschen, als die Tatsache, dass ebenso bald geflügelte Sexuparen, bald flügellose Exulans-Mütter den Eiern derselben Mutter entpriessen können. In letzterem Fall ist die morphologische Differenz noch eine ungleich grössere.

Unter den mannigfaltigen Vorkommnissen, welche die Exulans-Generation der *Chermes piceae* Ratz. darbieten, scheint mir eines von besonderem Interesse: ich meine die Beharrung der am Stammteil des Maitriebs angesiedelten Jungläuse im ersten Stadium durch die ganze Saison hindurch. Diese Beobachtungstatsache konnte eigentlich erst durch das Experiment der Zucht sicher festgestellt werden, da an der Zuchtpflanze allein jeder Zuzug abgeschlossen werden konnte. Solche Versuchspflanzen, die im Frühjahr mit einigen eierlegenden Stammüttern versehen wurden, zeigten nach wenigen Tagen ihre Triebe, und zwar besonders die heurigen und die vorjährigen zum Teil von Jungläusen besetzt, welche sich festsaugten und im Zustande des ersten Larvenstadiums die ganze Saison hindurch verblieben.

Wir werden am Schlusse nochmals auf dieses Vorkommnis zurückkommen.

Aus der Exulans-Generation entwickelt *Ch. piceae* auch, scheints alljährlich, die Sexupara-Generation. Auch diese Tatsache lässt sich durch das Jahre hindurch fortgesetzte Experiment erhärten. Niemals fand ein Zuflug von Migrantes alatae statt, der Emigrans-Individuen geliefert hätte.

Auch Eckstein * hatte schon an der Unterseite der Nadeln Nymphen und Geflügelte gefunden, die nach seiner Darstellung nur Sexuparae gewesen sein können. Mir ist es nun gelungen, die Rückkehr der sexuparen Geflügelten auf die Fichte sowohl im Freien ** zu konstatieren, als auch deren Übersiedelung

* Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. XXII. 1890.

** In einem Hausgärtchen, in welchem ich zwischen den stark von Läusen besetzten Tannen einige Fichten gepflanzt hatte.

experimentell zu stande zu bringen. Wie bei allen *Chermes*-Arten setzen sich die Sexuparen an die Nadeln, saugen sich fest, legen alsbald die wenig zahlreichen Eier unter ihren dachförmig zusammengelegten Flügeln ab und gehen dann zu grunde. Die Wollabscheidung ist bei *piceae* nur eine spärliche.

Auch die aus den Eiern erwachsende Generation der Sexuales konnte ich sowohl künstlich erziehen als im Freien feststellen. Männchen und Weibchen konzentrierten sich gern an der Spitze des Triebs, häuteten sich auch zum Teil dreimal bis zum letzten Stadium der viergliedrigen Fühler. Nur einmal fand sich jedoch ein Weibchen mit nahezu ausgereiftem grossem Ei. Niemals jedoch konnte ich eine Begattung beobachten, niemals fand ich ein abgelegtes Ei, niemals eine entschlüpfte Fundatrix. Die Generationen der Fundatrix, der Migrantes alatae und damit auch der Emigrans, sind auch mir unbekannt geblieben, ebenso das Erzeugnis der Fundatrix, die *piceae*-Galle an der Fichte.

Bei der ungemeinen Häufigkeit der Exulans-Formen dieser Species, insbesondere in einzelnen Jahren und in Anbetracht der leichten Feststellung der Gallen und bei der auf eine solche Feststellung verwendeten Mühewaltung von seiten verschiedener Chermes-Forscher kann wohl ausgesprochen werden, dass die *piceae*-Galle in Mitteldeutschland aller Wahrscheinlichkeit nach fehlt, wie ja auch in diesem Gebiet die Galle der gleichfalls auf die Tanne emigrierenden *Ch. Coccineus* Chol. trotz alles Suchens nicht gefunden werden konnte, während sie im Nordosten Europas nach Cholodkovsky vorkommt.

Wie werden auf das Fehlen der oben genannten drei Generationen in dem Entwicklungscyklus von *Chermes piceae* noch später zurückkommen.

Chermes piceae Ratz. ist durchaus nicht auf die Weisstanne beschränkt. Wie schon oben erwähnt wurde, gedeiht sie ganz besonders gut auf der Nordmannstanne und erreicht hier auch grössere Dimensionen des Körpers. Eckstein * hat das Vorkommen einer *Chermes* auf der Nordmannstanne beschrieben und eine neue Species *Ch. nordmannianae* aufgestellt, ohne diagnostische Charaktere für seine neue Species anzuführen. Eine

* l. c.

solche Species ist hinfällig, da sich mit Leichtigkeit *Ch. piceae* Ratz. auf die Nordmannstanne ansiedeln lässt und beide morphologisch völlig gleichartig sind. Infektionen mit Eiern, herüber und hinüber, führen stets zu legreifen Mutterläusen und weiterer Fortpflanzung. Auch auf *Ab. pichta* geht *Ch. piceae* über.

Über ihre Bedeutung darf wohl konstatiert werden, dass sie von allen Chermes-Arten die schädlichste ist. Die starke Besiedelung der Maitriebe hat bei der Nordmannstanne schon wiederholt nach jahrelangem Siechtum zum Absterben geführt. Wenn auch diese Tatsache zunächst nur für Garten- und Parkanlagen eine Bedeutung hat, so darf doch auch, wenigstens für die Zukunft, eine forstliche Bedeutung nicht ausser acht gelassen werden. Für die an älterer Weisstannenrinde schmarotzende Form der *Ch. piceae* Ratz., die einst (1843) Ratzeburg das Objekt für seine Namengebung geliefert hat, ist die forstliche Bedeutung nicht gering, wie einzelne in der forstlichen Literatur verzeichnete Fälle zeigen.

Die befallenen Stämme kränkeln und fallen dann Borkenkäfern zum Opfer. Eine etwa 40jährige, von *Ch. piceae* befallene Tanne im hiesigen Schlossgarten habe ich jahrelang beobachtet. Sie hatte *Cherm. piceae* am Stamme, an den Zweigen und Knospen, sie kränkelte von Jahr zu Jahr mehr und ist dann vor etwa vier Jahren abgestorben.

Fragen wir uns nun: welche Stellung nimmt die von uns festgestellte Biologie der *Ch. piceae* Ratz. im Vergleich zu dem normalen fünfteiligen Cyklus ein? Wir konstatierten das Vorkommen der Generationen III a, IV und V, denn wir konnten den Nachweis erbringen, dass ausser der zahlreich variierenden parthenogenetischen Generation III a und der geschlechtsgebärenden Generation IV auch die gamogenetische Generation V vorkommt. Allein diese Generation scheint impotent geworden zu sein, Begattung und befruchtete Eier scheinen zu fehlen. Wenn diese durch die Beobachtungsdata bis zu hoher Wahrscheinlichkeit gestützte Annahme richtig ist, so wird uns auch verständlich, weshalb die Generation I, II und III und die *piceae*-Gallen fehlen. Der Schluss der Kette im normalen Entwicklungscyklus ist durch das Ausfallen des befruchteten Ei's unterbrochen worden, und damit sind die primären Fichtengenerationen der Species, die eigentlich typischen Generationen der Gattung

Chermes, die Fundatrix und die Gallengeneration der Geflügelten für *Ch. piceae* verloren gegangen.

Eine Erklärung dieser Erscheinungen im Sinne des Werdens erscheint nicht unmöglich.

Chermes piceae hat auf der Tanne ein überaus zusagendes Exil gefunden. Eine solche Annahme stützt sich besonders auf zwei Beobachtungsdaten:

Erstens ist die Fruchtbarkeit der Haupt-Exulans-Form an der Rinde der jungen Triebe eine ungeheure. Ich habe pro Weibchen 134 Eier gefunden, Eckstein * 110 bis 120. Diese Fruchtbarkeit steht derjenigen der wahren Fundatrix kaum nach. Es scheint darnach die aus der Zahl der Eiröhren bei den verschiedenen Chermes-Generationen abgeleitete Schlussfolgerung Cholodkovskys,* dass diese Zahl „bei den auf Zwischenpflanzen lebenden Generationen (Fundatrices spuriae, Sexuparae, Exules) im allgemeinen viel kleiner ist als bei den auf der Fichte saugenden Generationen“ für *Ch. piceae* nicht zuzutreffen, wie auch sein weiterer Satz, dass „die auf Zwischenpflanzen lebenden Generationen überhaupt aus kleinen Individuen bestehen“, auf *Ch. piceae* kaum angewendet werden kann. Freilich fehlen hier die auf der Fichte lebenden Generationen I und II zu einem Vergleich. Aber die absoluten Zahlen der Körpergrösse und Eierzahl lassen die Frühjahrszweigmutterlaus der *piceae*-Exulans einer wahren Fundatrix anderer Species kaum nachstehen.

Ein zweites Moment liegt in dem Formenreichtum der *piceae*-Exulanten. Keine andere *Chermes*-Exulans, deren Cyklus ein geschlossener zur Fichte zurückkehrender ist, weder an Tanne, noch an Lärche und Kiefer, zeigt auch nur annähernd eine solche Mannigfaltigkeit verschieden gestalteter und an verschiedenen Teilen der Wirtspflanze lebender Exulans-Formen. Nur *Ch. pini* Koch (und *strobi* Htg.), deren Cyklen noch unerforscht sind, zeigen ähnliche Mannigfaltigkeit. Nun unterliegt es aber kaum einem Zweifel, dass Arten, die unter sehr günstigen und mannigfaltigen Lebensbedingungen leben, auch besonders zur Variation neigen, in ihrer Formgestaltung gleichsam erfinderisch, schöpferisch und ausgiebig werden. So sehen wir an der Tanne

* Über den Lebenscyklus der *Chermes*-Arten. Biol. Zentralbl. Bd. XX. J. 1900, p. 276 u. 277.

die Rinden-, Nadel- und Knospenformen der *piceae*-Exulans durch die Gunst der Verhältnisse, welche diese Wirtspflanze ihrem Schmarotzer darbietet, entstehen.

Zugleich lässt eine solche Mannigfaltigkeit in der Formgestaltung einer Art auf den Prozess des Werdens schliessen, *Ch. piceae* ist eine auf der Tanne üppig gedeihende werdende Art. Wir müssen nun zugeben, dass dieser Werdeprozess unter neuen Lebensbedingungen nicht ohne Folgen für die Konstitution der Parasiten vor sich gegangen sein konnte. Eine Anpassung an neue Lebensbedingungen hat mehr und mehr eine Verminderung der Tauglichkeit für die früheren zur Folge. Aber die Macht der Vererbung erhält noch lange Zeit das gesetzmässig gewordene Herkommen des früheren Lebens fest. So sehen wir noch heute, vielleicht alljährlich, vielleicht in einzelnen Jahren nicht mehr, im Frühjahr sexupare Individuen aus Exulanten entstehen, welche der Rückkehr zur Fichte und der Entstehung von Geschlechtstieren dienen.

Aber unter normalen Verhältnissen werden die Sexuparen von Emigranten geboren, das heisst von direkten Nachkommen der frisch von der Fichte zur Tanne herübergekommenen Migrantes alatae. Bei *Ch. piceae* aber entstehen die Sexuparen von Exules, welche Generationen hindurch auf der Tanne gelebt und konstitutionell mehr und mehr verändert worden sind. Darf es uns da wundern, wenn auch die Sexuparen nicht mehr die gleichen geblieben sind und ebenso die von ihnen gezeugten Sexuales? Das frische Blut der Migrantes alatae, welches gleichsam die Tradition von der Fichte bringt und konserviert, ist für *Ch. piceae* nach und nach verloren gegangen, in dem Masse, als die Geschlechtsgeneration durch Veränderungen der Sexuparen in ihrer Funktion, befruchtete Eier zu erzeugen, geschwächt worden war. Dieser Ausfall musste die Umbildung der *Ch. piceae* zu einer specifischen Tannenspecies beschleunigen und vollenden. Dass noch heute die Sexuparae und Sexuales gezeugt werden, ist durch die konservative Macht der Vererbungskraft zu erklären, in ähnlicher Weise, wie bei rudimentären Organen.

In der Tat dürfen wir sagen, dass bei *Ch. piceae* durch Zurückbildung jener beiden Generationen die Sexualität rudimentär und impotent geworden und die Species zur rein

parthenogenetischen Fortpflanzung übergegangen zu sein scheint.

Eine rein parthenogenetisch sich fortpflanzende Species ist immer noch für unsere überbrachte Schulmeinung ein wahres Monstrum. Ich muss gestehen, dass ich mich selbst gegen eine solche Annahme lange gesträubt habe. Ich habe selbst bei drei verschiedenen Pflanzenlausfamilien für je eine Gattung, beziehungsweise Species, für die Gattungen Mindarus, Holzneria und gerade für Chermes *piceae* die Geschlechtsgenerationen nachgewiesen, welche vordem unbekannt waren, und es lag mir daher der Gedanke nahe, dass bei Ch. piceae die gamogenetische Generation vielleicht nur örtllich unwirksam geworden sei. Ich war für die *Chermes*-Arten immer geneigt, die rein parthenogenetischen Cyklen für örtlich beschränkte zu halten, in dem Sinne, wie bei *Psyche helix* Sieb., welche sich bei uns rein parthenogenetisch, südlich der Alpen aber gamogenetisch fortpflanzt. Eine solche Auffassung habe ich auch 1897 in einem Referat der Arbeiten Cholodkovskys vertreten, in dem Sinne, dass die im höheren Norden lebenden Chermes-Arten zu lokaler reiner Parthenogenese hinneigen. Allein die Beobachtungen unserer im südwestlichen Deutschland in einem für die Weisstanne besonders günstigen Gebiet lebenden *Ch. piceae* lassen sich mit einer solchen Auffassung umso weniger vereinbaren, als die unserem *Ch. piceae* nächst verwandte *Ch. coccineus* Chol. in den russisch-sibirischen Wäldern gamogenetisch lebt. Ich muss mich deshalb jetzt zu der Annahme entschliessen, dass *Ch. piceae* aller Wahrscheinlichkeit nach eine rein parthenogenetisch sich fortpflanzende Species geworden ist, obgleich ich die gamogenetische Generation dieser Species nachweisen konnte. Dieses Vorkommnis gewinnt ein besonderes Interesse dadurch, dass die Entstehung einer reinen Parthenogenese durch Rückbildung der zur Sexualität führenden Generationen wahrscheinlich gemacht werden konnte. Cholodkovsky hat in einer neueren Publikation * zahlreiche Fälle aus zoologischem und botanischem Gebiete aufgeführt, in welchen aller Wahrscheinlichkeit nach rein parthenogenetische 'Fortpflanzung für die Species besteht. Dieser Autor hat auch mit Recht hervorgehoben, dass

* Biol. Zentralbl. Bd. XX. J. 1900, p. 274 u. f.

wir nur durch die Macht der Gewohnheit die reine Parthenogenese für unverständlich zu halten geneigt sind und dass uns die gamogenetische Fortpflanzung nur deshalb verständlich erscheine, weil sie die gewöhnliche Fortpflanzungsart ist. Weismann * hat sich besonders gegen die herrschende Vorstellung ausgesprochen, dass die geschlechtliche Befruchtung ein Leben-erweckender oder Leben-erneuernder Vorgang sei. Weismann hebt hervor, dass es Arten gibt, die sich heute nur noch parthenogenetisch fortpflanzen. Er selbst hat den Süsswasserkrebs *Cypris reptans* während 16 Jahren in etwa 80 Generationen hindurch gezüchtet, ohne je Männchen gefunden oder in der Samentasche der Weibchen Zoospermien gesehen zu haben.

Cholodkovsky hat für eine Reihe von *Chermes*-Arten gezeigt, dass neben dem normalen fünfteiligen Cyklus auch vereinfachte Cyklen mit nur parthenogenetischen Generationen bestehen. So bestehen neben *Ch. strobilobius* Kalt. die sehr nahestehenden *Ch. praecox* Chol. und *Ch. tardus* Dreyf., neben *Ch. viridis* Ratz. die ebenfalls nahestehenden *Ch. abietis* Kalt. und *Ch. viridanus* Chol. Die *Ch. praecox*, *tardus* und *abietis* Kalt. zeigen nur noch die Generationen I und II, indem aus der *Migrans alata* direkt wieder die Fundatrix entsteht und der Cyklus dadurch in einem Jahre unter reiner Parthenogenese vollendet wird; *Ch. viridanus* hat sogar nur eine einzige parthenogenetische Generation. Die *Ch. praecox, tardus* und *abietis* Kalt. stehen morphologisch ihren Zugehörigen von dem fünfteiligen Cyklus so nahe, das sie früher nur als Parallelgenerationen einer und derselben Species aufgefasst wurden. Es ist das Verdienst Cholodkovskys, nachgewiesen zu haben, dass für die Formen der vereinfachten Cyklen auch morphologische Unterschiede bestehen und dass ihre Cyklen vollständig selbständig geworden sind, so dass sie als besondere rein parthenogenetische Arten oder Varietäten aufgefasst werden müssen, welche aber im Gegensatz zu *Ch. piceae* auf der Fichte geblieben sind. Nur *Ch. viridanus* Chol. ist eine rein parthenogenetische Form der Zwischenpflanze geworden, und zwar der Lärche.

Ich möchte nun Ihre Aufmerksamkeit zum Schlusse nochmals auf eine schon mehrfach berührte Beobachtung zurücklenken, nämlich auf das Vorkommnis der die ganze Saison hindurch

---

* Vorträge zur Descendenztheorie. 1902. I., p. 358 u. 59.

im ersten Larvenstadium beharrenden, an den Achsen der Maitriebe und zum Teil auch der vorjährigen Triebe festgesaugten Jungläuse. Dieses Beharren im gleichen Häutungsstadium von Mai bis April ist ein höchst merkwürdiges Vorkommnis, wenn wir an die in zwei bis drei Wochen mit drei oder gar vier Häutungen vollendete Entwicklung der Nadel-Wollläuse und Sexuparen denken. Wenn uns auch durch Veränderungen der Saftzustände im allmählich verholzenden Triebe eine Erklärung für das Aufhören des Wachstums und der Häutungen nahegelegt wird, so verbleibt uns doch noch die Frage nach der Bedeutung einer solchen „larvalen Beharrungsform“ auf dem ersten Stadium der Exulans.

Es liegt nahe, hierbei an die rein parthenogenetische Fortpflanzungsweise unserer *Chermes*-Art zu denken und sich die Frage zu stellen, ob in dem Vorkommnis einer larvalen Beharrungsform vielleicht ein Ersatz für die Vorteile, die aus der Geschlechtsvermischung bei der amphigonen Fortpflanzung resultieren, gefunden werden kann. Zugleich muss uns die starke Tendenz der Exulans-Generation von *Ch. piceae* nach mannigfaltiger Variation in der Formgestaltung in Erinnerung kommen.

Die Bedeutung einer zweigeschlechtlichen Fortpflanzung liegt vor allem in dem Ausgleich der verschiedenen Charaktere der Gatten im Sinne der Herstellung eines mittleren Durchschnitts bei den Nachkommen, in der Erhaltung eines mittleren Typs der Art, in dem konservativ wirkenden Gegengewicht gegenüber der Variation. Auch Weismann,* der in der Amphimixis in erster Linie ein Mittel zur Erhöhung der Anpassungsfähigkeit der Organismen an die Lebensbedingungen erblickt, anerkennt doch auch die Bedeutung derselben, durch die stete Kreuzung der Individuen eine allmählich sich steigernde Konstanz der Arten herbeizuführen. Kann nun eine solche Rolle auch der larvalen Beharrungsform zugewiesen werden? Wenn wir bedenken, dass eine solche Larve ein volles Jahr sich gleich bleibt, dabei ihre Charaktere erhält und festigt, um solche, im folgenden Frühjahre geschlechtsreif geworden, auf ihre Nachkommen unverändert zu übertragen, auf Nachkommen, die zum Teil wiederum wie die Mutter in der Beharrungsform verbleiben, so scheint die

* Vorträge zur Descendenztheorie. 1902. II., p. 228 u. 229.

Auffassung sehr berechtigt, dass einer solchen, von Generation zu Generation fortlaufenden larvalen Beharrungsform, welche ihr Keimplasma unbeeinflusst bewahrt, sehr wohl die Bedeutung eines konservativ wirkenden Faktors, gleichsam eines morphologischen Ruhepunktes inmitten der wilden Variation und der rasch auf einander folgenden rein parthenogenetischen Propagationscyklen zugesprochen werden kann.

Aber noch eine andere Bedeutung liegt für eine solche larvale Beharrungsform nahe. Es ist wiederholt beobachtet worden, dass ruhelos fortgesetzte parthenogenetische Fortpflanzung mit einer allmählichen Schwächung und Erschöpfung der Fortpflanzungskraft verbunden ist. Insbesondere hat Balbiani * eine progressive Verminderung der Eiröhrenzahl in den Nachsommer- und Herbstgenerationen der Reblaus beschrieben und daraus sogar den Schluss auf eine „sterilité finale" der ausschliesslich parthenogenetisch sich fortpflanzenden Generationen gezogen. Auch Cholodkovsky ** hat gezeigt, dass bei den ausschliesslich parthenogenetisch sich fortpflanzenden Exulans-Generationen seiner *Ch. sibiricus*, die späteren Generationen immer kleiner werden, infolge dessen sie auch weniger Eier legen. Auch ich *** habe für die Wurzellaus der Tanne nachgewiesen, dass deren Fruchtbarkeit im Herbst stark abgenommen hat.

Nun haben wir aber oben gesehen, dass tatsächlich aus der ein Jahr lang im ersten Larvenstadium verharrenden Junglaus der heurigen Triebe im folgenden Frühjahr eine mit ausserordentlicher Fruchtbarkeit gesegnete Mutterlaus hervorgeht. Wenn nun auch in den Saftverhältnissen der Pflanzenteile im Frühjahr ein wichtiger kausaler Faktor für die Steigerung der Fruchtbarkeit erblickt werden muss, so darf doch auf der anderen Seite auch der langen Ruhepause während der Verharrung im ersten Larvenstadium eine günstige Wirkung im Sinne der Erhaltung, ja sogar der Steigerung der Fruchtbarkeit zugesprochen werden.

Die Biologie der *Chermes piceae* Ratz. hat uns, wie wir im Laufe unserer Darstellung gesehen haben, Veranlassung ge-

* Le phylloxera etc. Institut de France, Akadémie des Sciences. Observations sur le phylloxera. IV. 1884.

** Beiträge zu einer Monographie der Coniferenläuse. I. Teil. Chermes-arten. 1. Heft. 1895.

*** Allgem. Forst- u. Jagdzeitung. 75. Jahrg. 1899, p. 406.

boten, eine Reihe allgemeiner Betrachtungen anzustellen und Erklärung für die aufgeworfenen Fragen zu versuchen.

Wir haben den Ausfall der wichtigsten Fichtengenerationen bei dieser Species aus der Schwächung und Rückbildung der zum befruchteten Ei führenden Generationen und diese Schwächung wieder aus dem auffälligen Gedeihen der exules auf der Tanne und der daraus resultierenden konstitutionellen Veränderung derselben wahrscheinlich zu machen gesucht. Wir sind durch diese Betrachtungen zur Annahme einer ausschliesslich parthenogenetischen Fortpflanzung der *Ch. piceae* gelangt und haben zuletzt in dem Auftreten einer larvalen Beharrungsform einen Ersatz für Vorteile amphigoner Fortpflanzung im Sinne der Bewahrung des Typs der Species und der Erhaltung ihrer Fruchtbarkeit zu finden gesucht.

Ob diese Schlussfolgerungen und Erklärungsversuche in allen Punkten das Richtige treffen, kann erst die erweiterte Forschung und Kritik der Zukunft lehren.

Die Erdbeben in Baden im Jahre 1901.

Von **M. Reichmann**,
Lehramtspraktikant in Karlsruhe.

Im Jahre 1901 sind zwei grössere Erdbeben in Baden wahrgenommen worden; das eine fand statt am 24. März, das andere am 22. Mai. Beide betrafen Oberbaden nebst Teilen der angrenzenden Nordschweiz.

Erdbeben am 24. März.

Werden die Beobachtungen einer Erderschütterung einer eingehenden Erörterung unterzogen, so müssen hauptsächlich die Erdbebenelemente, d. h. die Feststellung der Eintrittszeit und Dauer der Erschütterung, ihrer Intensität, Richtung und Wirkung ins Auge gefasst werden.

Eintrittszeit. Was zunächst die Ermittelung des genauen Zeitpunktes des Eintretens der Erschütterung betrifft, so stösst man hier auf nicht unbeträchtliche Schwierigkeiten. Es macht sich eben der Mangel an empfindlichen Instrumenten, Seismometern, geltend. Die Beobachtungen sind rein subjektiver Natur und müssen deswegen mit grosser Vorsicht aufgenommen, gegenseitig verglichen und auf ihre Richtigkeit und Genauigkeit jeweils geprüft werden, um ein möglichst genaues Bild von der Erbebenerscheinung zu erhalten. Dabei muss sich der Bearbeiter eines Bebens selbst auch der grössten Objektivität befleissigen und sich vor allem davor hüten, mit einer vorgefassten Meinung bezüglich des Ortes der Entstehung und Ursache des Erdbebens an die Durcharbeitung des eingegangenen Materials heranzugehen. In der grössten Anzahl der eingelaufenen Berichte sind nun Angaben über die Eintrittszeit gemacht worden; aber sehr viele müssen als nur „ungefähr" bezeichnet und deshalb wertlos ausser Acht gelassen werden, andere wieder, wie der Bericht von Inzlingen 4^h 10′, Norsingen-Waldshut, können, da sie so beträchtlich von der mittleren Zeitangabe abweichen, unmöglich richtig sein, und

nur wenige, ganz genau fixierte Angaben können einer weiteren Diskussion unterworfen werden. Wie widersprechend und für eine Ermittelung der genauen Zeit des Eintretens der Erschütterung die Angaben oft sind, möge folgendes beweisen. Aus Lörrach sind im ganzen sechs Berichte eingegangen; von ihnen geben drei die Zeit $4^h\,15'$, einer zwischen $4^h\,15'$ bis $4^h\,30'$, einer $4^h\,25'\,30''$, der letzte $4^h\,26'$. Selbst die Berichte, welche Anspruch auf Genauigkeit erheben, sei es nun, dass direkt vor oder nach der Erscheinung auf die Uhr, die richtig gehe, geschaut wurde, oder dass die Uhr infolge des Stosses wie in Muttens stehen blieb, weichen noch um 6' Minuten von einander ab. Die Berichte letzterer Art seien kurz angeführt:

Albbruck	$4^h\,23'$	(nach dem Stoss)
Steinen	$4^h\,26'$	(nach Postzeit)
Zell	$4^h\,21'$	(nach Postzeit)
Atzenbach	$4^h\,20'$	(nach Postzeit)
Sulzburg	$4^h\,23'\,22''$	(nach Postzeit)
Staufen	$4^h\,25'$	(nach Bahnzeit)
St. Peter	$4^h\,20'$	(nach Postzeit)
Basel u. Muttens	$4^h\,22'$.	

Zwischen den einander sehr nahe liegenden Orten Steinen und Zell eine Differenz von 5', zwischen den entfernteren St. Peter und Zell keine Differenz! Aus alledem folgt, dass eine wissenschaftlich genaue Zeitangabe sich nicht machen lässt. Als Basis für weitere Untersuchungen über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Erdbebenwellen oder zur Ermittelung des Herdes erweisen sich die Zeitangaben als unbrauchbar. Man kann höchstens den Schluss ziehen, dass die Eintrittszeit zwischen $4^h\,20'$ und $4^h\,26'$ a. m. liegen muss.

Dauer der Erschütterung. Ueber die Dauer des Bebens liegt gleichfalls eine Reihe von Beobachtungen vor; aber auch hier gilt das oben Gesagte; sie schwanken ausserordentlich, da auch sie nur auf Schätzung beruhen. Eine Anzahl von Berichten wie Fröhnd 3', Gersbach 1' kommen nicht in Betracht; auch Angaben von 1' oder 30'' sind wohl viel zu hoch geschätzt. Werden die ungenauen und unmöglich richtig sein könnenden, wozu ich alle zähle, welche eine Dauer von 30'' und darüber angeben, beiseite gelassen, so bleiben für eine weitere Besprechung

noch 83 Beobachtungen übrig. Davon geben 5 eine Dauer unter 2" an. Es sind die Berichte aus:

Albert-Hauenstein . . . 1"
Kandern . . . . 1—1,5"
Lörrach . . . . 1"
Maulburg . . . . 1"
Wiechs . . . . 1,5".

9 eine Dauer über 10" und zwar:

Albbruck . . . . 15"
Badenweiler . . . . . 20"
Langenau . . . . 11—13"
Müllheim . . . . 25"
Niederhof . . . . 15—20"
Oberweiler . . . . . . 22"
Thiengen . . . . 10—15" resp. 10—12"
Mambach . . . . 11".

Die Angaben unter 2" stehen zum Teil im Widerspruch mit Berichten aus dem gleichen Ort wie in Lörrach mit zwei Berichten von 2", ebenso der Bericht von Maulburg mit einem von 8—10". Die Berichte von Albert-Hauenstein und Albbruck können auch nicht richtig sein; denn es ist nicht denkbar, dass bei der geringen Entfernung der Orte in der Dauer eine Aenderung von 14" hätte stattfinden können. Die weit überwiegende Mehrzahl der Beobachter gibt die Dauer zwischen 2—10" an, davon wieder die meisten 2—3". Wenn man nun bedenkt, dass die Angaben nur auf Schätzung beruhen, und wie leicht man sich bei so kurzen Zeiträumen überschätzt, so dürfte man mit der Annahme, das Beben habe 2—3" gedauert, der Wahrheit ziemlich nahe kommen. Die Annahme findet noch eine Stütze darin, dass sie ziemlich gleichmässig über das ganze Gebiet verteilt ist.

Auch über die Dauer der einzelnen Stösse sind mehrere Berichte gemacht worden; in weit überwiegender Mehrzahl wird eine **Sekunde** als Dauer des Stosses gemeldet.

Verbreitungsgebiet. Das zusammenhängende Schüttergebiet umfasst so ziemlich den südlichen Schwarzwald nebst Teilen der nordwestlichen Schweiz. Die Westgrenze fällt annähernd mit der Verwerfungsspalte, welche die diluvialen Schottermassen des Rheintales von der mesozoischen und tertiären Vorbergszone des Schwarzwaldmassives trennt, zusammen und verläuft über Auggen-

Eschbach-Freiburg. Positive Nachrichten aus Orten der Rheintalebene liegen nicht vor. Ganz isoliert vom eigentlichen Erschütterungsgebiet ist Mülhausen i. E., wo nach Bericht der Badischen Presse morgens gegen 4 Uhr ein Erdbeben verspürt wurde.

Nach Norden ist das Schüttergebiet durch das Glottertal abgegrenzt; gegen Osten sind die äusserst gelegenen Orte, die betroffen wurden, Vöhrenbach, Neustadt-Kappel-Thiengen. Der südlichste Ort dürfte Flumenthal bei Solothurn sein, wo im Schulhause ein Blumentopf, der von der Decke des Zimmers an einem dreiteiligen Faden herabhing, in Schwingung gesetzt und ein Faden abgerissen wurde. Ob das Beben bis an die Gestade des Genfersees, wie man aus Lausanne meldet, sich fortpflanzte, ist höchst unwahrscheinlich. Ueberblickt man das gesamte Erschütterungsgebiet, so erkennt man, dass es ungefähr die Gestalt einer Ellipse hat, deren längerer Durchmesser NO-SW läuft, deren kürzerer NW-SO, wie aus beigelegter Karte zu ersehen ist.

Art der Bewegung. Die Art der Erschütterung wird sehr verschiedenartig angegeben. Bald als ein Stoss, ein Ruck, bald als ein oder mehrere Stösse, verbunden mit wellenförmiger Bewegung des Bodens, bald nur als einfach schwankende Bewegung, als ein Zittern des Untergrundes. Dabei sind die Angaben ziemlich regellos über das ganze Gebiet zerstreut; sehr oft widersprechen sich die Angaben aus dem gleichen Ort. Dagegen liegen aus Lörrach übereinstimmende und bestimmt lautende Angaben vor. Sämtliche fünf Berichterstatter aus Lörrach sprechen von einem Stosse mit Erschütterung, als ob ein schwerer Gegenstand auf den Fussboden gefallen wäre begleitet von einem windstossartigen Geräusch. Nach dem Berichte des Herrn Dr. Grether erfolgte der Stoss in vertikaler Richtung von unten. Auch von dem Beobachter aus Inzlingen, das nahe bei Lörrach liegt, wird die Erschütterung geschildert als „ein Stoss ähnlich dem Fallen eines schweren Gegenstandes mit Getöse“. Die Leute in Kandern verspürten einen einzigen Stoss ohne wellenförmige Bewegung. Im ganzen wurden aus 22 Ortschaften Berichte eingeschickt, in denen die Erschütterung als ein kurzer Stoss oder Ruck bezeichnet ist. Aus 28 Orten liegen Berichte vor, in denen die Beobachter die Bewegung eine wellenförmige nennen verbunden mit einem oder mehreren, meist zwei Stössen. Eine genau detaillierte Beschreibung dieser Art der Bewegung hat in dankenswerter Weise Herr

Professor A. Hauser aus Staufen gegeben. Er schreibt: „Ich lag wachend im Bett im zweiten Stock. Im Zimmer unter mir (verschlossen und unbewohnt) erfolgten im Abstand von $^3/_4$ Sekunden zwei starke Stösse, als ob zwei schwere Säcke auf den Boden geworfen würden.“ Wo zwei Stösse beobachtet wurden, ist zum Teil auch Aufschluss darüber gegeben, welcher von den beiden der stärkere war. So meldet man aus Müllheim, dass der zweite Stoss weit heftiger war wie der erste, ebenso aus Todtnauberg, Waldshut, Kleinthal und Wiechs; in Oberweiler soll der erste stark, der zweite schwach gewesen sein. In Mambach, Fröhnd, Furtwangen wurde nur ein Stoss mit Wellenbewegung verspürt; dabei ging in Häg, Fröhnd, Furtwangen, Untermünsterthal der Stoss dem Zittern des Bodens voraus; in Klein-Herrischwand lag der Stoss in der Mitte, ebenso in Wisleth; von da schreibt man von leisem Zittern, dem ein Stoss folgte und mit rollenartigem Geräusch endigte. Es war, als ob die Wohnung auf Rollen fortbewegt würde und plötzlich über einen Stein ging. In Schopfheim, Sulzburg wird die Bewegung übereinstimmend als wellenförmiges Rollen bezeichnet, dem ein heftiger Stoss folgte. Aus 23 Orten liegen Beobachtungen vor, in welchen die Erschütterung als Wellenbewegung oder Zittern des Bodens verzeichnet ist. Es lautet der Bericht aus Aichen: Wellenförmige Bewegung des Bodens. Der Boden zitterte bemerklich. Herr Hauptlehrer Hepting aus Eschbach spricht von „Auf- und abwärtsgehendem Rütteln mit nachfolgendem donnerähnlichem Geräusch“. Die Berichterstatter in Fischbach und Kappel hatten den Eindruck einer rollenartigen Erschütterung, wie wenn eine grosse Masse Schnee vom Dache fällt. Sehr oft wird die Erschütterung verglichen mit der, welche das Vorbeifahren eines schwerbeladenen Fuhrwerkes auf gefrorenem Boden, oder einer Schnellzugslokomotive, der Gang einer schweren Maschine, oder das heftige Zuschlagen einer Tür in einem leicht gebauten Hause verursacht.

Richtung der Bewegung. Bei dem Versuche einer genauen Bestimmung der Richtung der Stösse und der Fortpflanzungsrichtung der Erdbebenwelle und dem Versuche aus diesen Daten den Erdbebenherd zu ermitteln, stehen nicht minder wie bei der Ermittelung der Eintrittszeit Schwierigkeiten entgegen. Da Erdbebenapparate im betroffenen Gebiet nicht vorhanden sind, die Angaben nur auf subjektivem Empfinden beruhen, weil ein Ver-

schieben von Gegenständen, wonach die Fortpflanzungsrichtung hätte bestimmt werden können, nur selten stattfand, so müssen die trotzdem gezogenen Schlüsse mit grosser Vorsicht aufgenommen werden. Wirft man einen Blick auf beigefügtes Kärtchen, in welchem die Fortpflanzungsrichtungen eingezeichnet sind, so scheinen letztere ziemlich regellos im ganzen Gebiet orientiert zu sein; bei längerem Betrachten der Richtungen jedoch lassen sich aus dem Wirrwar gewisse Richtungen herausfinden, welche vorherrschen und nach den Richtungen der Windrose um einen Punkt im unteren Wiesental sich anordnen.

Oestlich vom Wiesental herrscht die Richtung West—Ost vor; ich nenne Adelhausen, Dossenbach, Gersbach, Herrischried, Alpfen, Aichen, Thiengen, Waldshut; gegen Süden längs des Rheines hat man vorherrschend die Richtung S—N, Grenzach—Riehen, Minseln, Rheinfelden, Brennet—Albbruck; Muttens—Basel zeigen die Richtung SW—NO. Westlich vom Wiesental scheinen die Vorwerfungsspalten nicht ohne Einfluss auf die Fortpflanzungsrichtung gewesen zu sein; denn längs der Rheintalspalte findet man die Richtung N—S Kandern—Badenweiler—Staufen—Eschbach; nach Nordwesten geht die Richtung über in NW-SO Müllheim-Sulzburg Münsterthal; nach Nord die Richtung N—S Wiesleth—Schönau, Todtmoos, gegen NO die Richtung SW—NO Todtnau—Bernau—St. Blasien. Im Wiesental selbst liegen die Richtungen äusserst verschieden. Wie man sieht, ergibt sich eine konvergent strahlige Anordnung um das untere Wiesental. Auf folgenden Kreis möge noch hingewiesen werden: Basel—Grenzach—Rheinfelden, Dossenbach, Steinen; nach aussen schliesst sich daran ein zweiter Kreis, nämlich Muttens, Rheinfelden, Waldshut—Thiengen, Aichen, St. Blasien, Menzenschwand, Todtnau—Schönau, Sulzburg. Die oben hervorgehobene Anordnung der Fortpflanzungsrichtungen der Erdbebenwelle stimmen nun genau mit den Angaben über die Art der Bewegung überein, insofern das Beben in Lörrach—Inzlingen als succussorischer Stoss sich äusserte. Demnach muss in der Gegend von Lörrach das Epicentrum des Bebens gelegen sein, von wo es sich allseitig ausbreitete.

W i r k u n g e n d e r B o d e n b e w e g u n g. Die Wirkungen der Erschütterung waren im allgemeinen geringe. Nach der von Futterer* abgeänderten Forelschen Erdbebenskala lassen sich die

* Erdbeben vom 22. Jan. 13. Bd. d. Verhandl. des Naturw. Ver. S. 10.

vom Erdbeben betroffenen Orte in drei Gruppen einteilen. In den Orten stärkster Erschütterung, Gruppe eins, erreichte das Beben den Intensitätsgrad 3, d. h. mittelstarke Erschütterung, fähig, leicht bewegliche Gegenstände zu verschieben. Zu dieser Gruppe gehören hauptsächlich die Orte im Wiesental, längs der Rheintalspalte und im Münstertal. Die Badische Landpost schreibt unter „Wiesental" „die Fenster klirrten, Möbel wankten, Kinder erwachten und weinten". Der Polizeiwachtmeister in Lörrach berichtet, dass Hausgeräte, wie Betten, Tische schwankten, der Lampenschirm einer Stehlampe auf die Seite geschoben, zugemachte Stubentüren aufgerissen wurden. Oberbauinspektor Baum aus Lörrach gibt an, dass die Gläser klirrend aneinander stiessen. Gleiches wird aus Inzlingen gemeldet. In Degerfelden, Dossenbach, Eichsel, Minseln erzitterten die Häuser und Gegenstände rüttelten; in Herthen geriet ein eiserner Ofen ins Wanken, im Gasthaus zum Adler in Adelhausen fielen die Kleider vom Sessel und ein Apparat begann zu läuten. Den gleichen Intensitätsgrad hatte das Beben in Maulburg, Schopfheim, wo der Wecker des Herrn Ratz drei Minuten in einem fort rasselte, in Fahrnau, Hausen, Zell, Mambach. In Schopfheim wurde Holz, das auf dem Speicher eines massiv gebauten Hauses aufgestapelt war, zum Teil umgeworfen. Aeltere Personen behaupteten, dass dieses Erdbeben das stärkste war, das sie je erlebt haben. Auch in Kandern war die Erschütterung eine verhältnismässig heftige. Es knarrten die Türen; der Krug auf dem Waschtisch klirrte, die Menschen erwachten aus dem Schlafe, einzelne riefen um Hilfe. Etwas gemildert war das Toben im Badenweilertal; in Badenweiler klirrten die Fenster, in Oberweiler schlugen die Gläser aneinander, in Müllheim wurden zwei Cigarren von einem Fenstersims heruntergeworfen. In Hügelheim, Britzingen, Zurzingen, Vögisheim und Auggen aber war das Beben sehr geschwächt. Beinahe ebenso stark wie im Wiesental waren nach den Berichten die Wirkungen im Münstertal. Es krachten die Holzhäuser, Lampen, Bettstatten schwankten. Das Vieh im Stalle wurde unruhig; die Leute, die mit dem Füttern des Viehs beschäftigt waren, liefen zum Teil vor Schreck auf die Strasse. Im Schulhaus zu Grunern, nahe der Hauptverwerfungsspalte des Rheintales, fiel Gyps von den Wänden; in Staufen wurde eine ein Pfund schwere Gypsfigur, die auf einem Holzgestell stand, herumgedreht und ein

Säulenofen schwankte. Aus Sulzburg wird berichtet, dass die Möbel in ein unheimliches Hin- und Herschwanken gerieten.

Wenn man versucht, das pleistoseiste Gebiet etwas näher zu umgrenzen, so sind zwei Gebiete näher in das Auge zu fassen: das Wiesental und das Münstertal. Sehr stark wurden sodann noch die Orte längs der Rheintalspalte getroffen, die wir jedoch aus später zu besprechenden Gründen vorläufig ausschalten. Es ist klar, dass in dem pleistoseisten Gebiet der Erregungsort des Erdbebens zu suchen ist; und nun fragt sich, liegt dieser im Münstertal oder im Wiesental? Aufschluss über die Frage können uns geben 1. die Art der Bewegung, 2. die Richtung der Bewegung. Die Art der Bewegung ist in der Nähe des Erdbebenherdes sukkussorisch. Je weiter man sich vom Erregungsort entfernt, um so mehr muss die Stossbewegung in eine Wellenbewegung übergehen. Letztere ist wohl stets dann anzunehmen, wenn zwei Stösse gemeldet werden, welche dann der grössten Schwingungsamplitude entsprechen dürfen. Vom Ursprungsort pflanzt sich das Beben wellenförmig nach allen Richtungen fort. Die Anordnung der Richtung muss darnach auf den Erregungsherd führen. Für vorliegendes Erdbeben werden nun aus Staufen zwei Stösse gemeldet, aus dem Münstertal liegen gleichfalls Berichte vor, welche von zwei Stössen mit wellenförmigen Bewegungen sprechen. Dagegen verspürten sämtliche Beobachter in Lörrach und Inzlingen nur einen Stoss (nach Dr. Grether vertikal). Dahin konvergieren, wie oben gesehen, die Richtungen. Man dürfte also nicht fehl gehen, wenn man schliesst, der Erregungsherd liegt im unteren Wiesental. Dann ist aber auch hier das pleistoseiste Gebiet. Und in der Tat waren auch hier die verhältnismässig stärksten Erschütterungen, und da liegen die meisten Orte der Gruppe 1 mit Intensitätsgrad drei. Das pleistoseiste Gebiet ist auf dem Kärtchen durch eine rote Linie eingezeichnet.

An die Gruppe 1 schliesst sich Gruppe 2 mit Stärkegrad zwei der Futtererschen Erdbebenskala nach allen Seiten hin an. Nach Westen und Nordwesten sind es die Orte Krozingen, Kirchhofen, Freiburg, nach Norden Hinterzarten, St. Peter—St. Märgen, von Osten Gersbach, Görwihl, Oberwiehl, Todtmoos, Aichen, St. Blasien, nach Süden Albbruck, Waldshut und Orte der Schweiz. Die Erschütterung war in genannten Orten derartig, dass sie den Menschen aus dem Schlafe weckte (Albbruck, Krozingen), die

Fenster zum Klirren (Aichen, St. Blasien u. a.), Bettstellen und Gegenstände leicht zum Erzittern brachte (Gersbach, St. Peter u. a.).

Der letzten, dritten Gruppe mit Stärkegrad 1, gehören alle anderen Orte an, in welchen das Beben verspürt wurde. Ich rechne dazu die Orte, in welchen das Beben sich nur durch Geräusch, donnerartiges Rollen oder leichtes Zittern des Bodens bemerkbar machte. Die Orte liegen zum Teil zerstreut zwischen Orten von Stärkegrad zwei, zum Teil schliessen sie sich gegen die Grenze des Erschütterungsgebietes an diese an. Es gehören hierher Furtwangen, Glotterthal, Eschbach, Norsingen, Kappel, Höchenschwand u. a. Als besondere Wirkung sei noch angeführt, dass in Maulburg laut Konstanzer Zeitung in der Gretherschen Gypsgrube an der Wanne durch das Erdbeben ein kleiner Erdsturz veranlasst wurde, insofern Wiesengelände von 40 qm Umfang ca. 10 m tief versank.

Schallerscheinungen. Das Erdbeben war im ganzen Erschütterungsgebiet von Schallerscheinungen begleitet; an manchen Orten wie Neuhof, Niederhof, Wagensteig u. a. war das Beben überhaupt nur als Schallphänomen zur Kenntnis gekommen. In fünf Fällen wird berichtet, dass das Geräusch der Erschütterung voranging, in 7, dass es folgte, in 23, dass es die Erschütterung einleitete, begleitete und damit endigte; in andern Fällen ist eine Zeitangabe, ob prae oder post der Erschütterung, nicht gemacht worden.

Die Art des Geräusches wird von den verschiedenen Beobachtern sehr verschieden bezeichnet. Einige vergleichen das Geräusch mit dem Schall, den das Herabgleiten grosser Schneemassen vom Dache des Hauses verursacht (Atzenbach, Fischbach), andere mit dem eines schnellfahrenden Eisenbahnzuges oder mit dem Rollen eines Lastwagens, der über gefrorenen Boden hinfährt; wieder andere glaubten nach dem Ton annehmen zu müssen, dass im oberen Stockwerk ein schwerer Gegenstand umgestürzt sei; manche vergleichen es mit dem Brausen eines Sturmwindes, mit dem Rauschen eines starkfliessenden Baches, mit dem Sausen, welches ein Schwarm vorbeifliegender Vögel hervorbringt. Vielfach wird das Erdbebengeräusch als unterirdisches Rollen, als rumpelndes Getöse, als ferner Donner, als scharfer Knall wie bei einem Böllerschuss oder einer Explosion bezeichnet.

Die Beobachter in Fahrnau und Waldshut geben an, dass das Geräusch aus dem Boden kam, die in Müllheim aus der Luft, alle andern lassen es die Frage dahingestellt; jedenfalls kommt der Schall aber aus der Luft, wohin er von dem erschütterten Boden verpflanzt wird.

Ursache des Erdbebens und geognostische Uebersicht über das Schüttergebiet. Um die Ursache des Bebens kennen zu lernen, ist es vor allem nötig, einen tieferen Einblick von den geognostischen Verhältnissen des erschütterten Gebietes zu nehmen. Letztere sind aus der geognostischen Uebersichtskarte des Schwarzwaldes von Heinrich Eck ersichtlich. Ein Blick auf die Karte lehrt, dass das Schüttergebiet zwei geologisch wesentlich von einander verschiedene Gebiete umfasst; das eine gehört dem Grundgebirge des südlichen Schwarzwaldes an, das andere schliesst in sich die marinsedimentäre Vorbergszone, welche in Brüchen rings vom Horste des Schwarzwaldmassives abgesunken ist. Das Grundgebirge des Schwarzwaldes besteht bekanntlich vorwiegend aus krystallinen Schiefern, in welchen vier grosse Granitmassive aufsetzen, von denen zwei in unserem Gebiet liegen. 1. Das Blauenmassiv, welches am Westabfall des Gebirges zwischen Blauen und Kandern anhebt und sich ostwärts nach Herrenschwand und Wehr erstreckt, 2. das Schluchseemassiv, welches von Blössling und Oberwihl in nordöstlicher Richtung über Schluchsee nach Neustadt im Norden, Uihlingen im Süden und über Hammereisenbach nach Unterkirnach hinzieht. An ihrer nördlichen Grenze stossen die beiden Granitmassive zumeist an eine 4 km breite Zone von Grauwacken, Schiefern und Konglomeraten des Kulm; die Kulmzone verläuft in einem stark dislozierten Zuge von Badenweiler über Schönau bis Lenzkirch. Das Streichen der Kulmschichten richtet sich im allgemeinen in Ost und OstNO; ihr Einfallen ist ein steiles (70—80°) und gleichförmiges. Auf die Kulmschichten folgt nordwärts das ausgedehnte zusammenhängende Gneissgebiet des mittleren Schwarzwaldes. Ueber die Lagerung der Gneisse sind bis jetzt nur sehr unvollkommene Angaben bekannt. Doch gelangte man nach Steinmann* durch Kombination aller bekannten Beobachtungen zu der Ansicht, dass das Gneissgebiet ein System eng zusammengeschobener.

---

* Steinmann und Gräff: Geolog. Führer der Umgegend von Freiburg.

ziemlich steil stehender Falten sein müsse, deren Axen ungefähr SW—NO streichen und deren Schenkel meist nördlich fallen. Unterbrochen wird das kontinuierliche Gneissgebiet im Münstertal durch mächtige Decken und Gänge von Quarzporphyr, die auch im Granit, in den Kulmgrauwacken oberhalb vom Schluchsee, bei Lenzkirch und in den südlichen Gneissgebieten in der Umgebung der Alb und Wehratäler sich finden. Im Süden liegen zwischen den beiden Granitmassiven mehrere kleinere Gneissgebiete, so zu beiden Seiten des oberen Wehratales bei Todtmoos und Hornberg, im Vorwald bei Laufenburg und Hauenstein und im oberen Albtal unterhalb St. Blasien.

Durch ein System von Bruchlinien, das über Sexau, Freiburg—Staufen—Badenweiler, Kandern, Lörrach verläuft, ist das krystalline Grundgebirge im Osten von der marin sedimentären Vorbergszone im Westen getrennt. Es sind dies vorwiegend marine Sedimente der Trias, Jura und Tertiärformation in der Form von Konglomeraten, Sandsteinen, Mergeln und Tonen. Die Schichten sinken an Verwerfungsspalten, welche SSW—NNO verlaufen, treppenartig der Rheinebene zu. Die zerbrochenen Sedimentschollen fallen wenig gegen Westen ein; die am weitest abgesunkenen Schichten liegen heute tief unter dem Niveau der Rheinebene. Der Maximalbetrag der Verschiebung beträgt gegen 1800 m. Am Südrande des Schwarzwaldes füllen niedergesunkene Sedimenttafeln den ganzen Raum zwischen dem Granitstock des Blauen bei Badenweiler und dem Gneissgebiet des Vorwaldes bei Säckingen aus. Mitten durch das Gebiet fliesst die Wiese. Die Schichten sind nahezu horizontal gelagert. Durch eine Bruchlinie, welche von Kandern über Wisleth, Raith, Wehr, Brennet verläuft, sind sie vom Grundgebirge getrennt. Noch andere Bruchlinien durchziehen das Gebiet, deren eine von Rheinfelden nördlich an Degerfelden vorbei nach Lörrach, deren zweite südlich von Schopfheim streicht. Südlich des Rheines bei Basel, Rheinfelden, Laufenburg verschwinden die Sedimenttafeln unter der Juradecke. Im Osten trennen gleichfalls allerdings sehr minimale Verwerfungslinien die Sedimentärreihe von dem Grundgebirge. Rings um den Schwarzwald vollzieht sich demnach die Abtrennung der mesozoischen Tafeln vom alten Gebirge in mehr oder minder dem Gebirgsrande parallelen Brüchen, die häufig von Querbrüchen rechtwinklig gekreuzt werden.

Zusammenhang zwischen dem tektonischen Aufbau und der Erdbebenerscheinung. Geht man auf den Zusammenhang, der zwischen dem geologischen Untergrund und der Erdbebenerscheinung besteht, ein, so zeigt sich, dass der tektonische Aufbau von grossem Einfluss auf die Verbreitung, Art und Stärke der Erschütterung ist. Vor allem auffallend ist die Einwirkung der Verwerfungsspalten auf die Verbreitung des Bebens. Im Westen hat die Bruchlinie, welche die Vorbergszone des Schwarzwaldes von den diluvialen Schottermassen des Rheintales trennt. der Erdbebenwelle Halt geboten, ebenso die Grenzlinie zwischen Sedimentärformation und krystallinem Gebirge im Osten; nur im Südosten bei Alpfen pflanzte das Beben sich in die Sedimentschichten hinein fort, was sich aber dadurch erklärt, dass die Orte dem Erregungsherd ziemlich nahe liegen, die Intensität des Bebens mithin eine relativ starke gewesen sein muss, fähig, den Widerstand, den die Spalte entgegensetzte, zu überwinden. In seiner Bearbeitung des rheinisch-schwäbischen Erdbebens von 1886 hat Eck darauf hingewiesen, dass die Gneisse die Erdbebenwelle längs ihrer Streichrichtung besser leiten als senkrecht dazu. Das lässt sich auch für vorliegenden Fall konstatieren. Das gute Leitungsvermögen der Welle von seiten des Granites und Gneisses, besonders in der Streichrichtung bewirkte, dass das Erdbeben weiter nach NO sich ausbreitete als nach Westen und Osten. Bei dem Versuche, aus der Richtung der Erdbebenwelle das Epicentrum zu bestimmen, trat uns nicht wenig die Richtung N—S längs der Verwerfungslinie zwischen Grundgebirge und Vorbergszone entgegen; ebenso frappant war aber auch die grosse Intensität längs der Spalte. Beides erklärt sich nun gerade durch den Verlauf der Spalte. Bei der Annahme, das Erdbeben sei durch eine Verschiebung von Sedimentschollen im Wiesental entstanden, traf die Erdbebenwelle in nordwestlicher Richtung auf die Rheintalspalte: hier erfuhr sie einerseits eine Ablenkung von der theoretischen NW-Richtung nach N, andererseits erwies sich die Spalte durch Hervorrufung weiterer Störungen als Schütterlinie, wie es auch beim Beben von 1896 der Fall war, und verursachte den hohen Intensitätsgrad in Kandern, Sulzburg, Grunern. Gegen Westen zu wurde zum Teil durch die Spalte das Beben geschwächt. Ob die starke Wirkung des Bebens im Münstertal mit den alten paläozoischen Eruptionen in Verbindung gebracht werden kann.

wage ich nicht zu behaupten. Ganz unwahrscheinlich ist es nicht. Glaubte doch auch Futterer bei dem Beben von 1896 auf einen Zusammenhang hierselbst hinweisen zu müssen.

Ursache des Bebens. Stellt man sich die Frage, wo der Erregungsort und die Ursache des Bebens zu suchen ist, so ist von vornherein klar, dass das eine wie das andere in das Gebiet stärkster Erschütterung zu verlegen ist. Denn alle Orte nahe dem Erregungsherd müssen stärker betroffen werden als die entfernteren. Nun haben wir oben als epizentrales Gebiet das untere Wiesental bezeichnet. Nach der Ursache des Erdbebens unterscheidet die Geologie vulkanische, tektonische und Einsturzbeben. Die vulkanischen Beben haben ihre Ursache in der Reaktion des glutigen Erdinnern gegen ihre Oberfläche, die tektonischen in gebirgsbildenden Prozessen, die Einsturzbeben in Auswaschungserscheinungen. Es ist evident, dass ein vulkanisches Beben nicht vorliegen kann, da ein vulkanischer Herd im epizentralen Gebiet nicht vorhanden ist. Gegen die Annahme eines Einsturzbebens aber spricht der Umstand, dass diese nur lokale Phänomene sind und dass, wenn sie auftreten, sie sich in längerer Zeitdauer wiederholen. Beides trifft aber hier nicht zu. Als dritte Möglichkeit bleibt das tektonische Beben. Dafür sprechen auch mehrere Gründe. Erstens spricht dafür, dass die Erdbeben in der oberrheinischen Tiefebene die Aeusserungen des fortdauernden Einsinkens und Zusammenbruchs der gewaltigen Grabenversenkung zwischen Schwarzwald und Vogesen sind, mithin unser Erdbeben als solches nicht allein dasteht und mit gebirgsbildenden Prozessen im Zusammenhang ist; zweitens spricht für ein tektonisches Beben die verhältnismässig grosse Zahl von Verwerfungslinien, welche das epizentrale Gebiet durchkreuzen und drittens das im Verhältnis zu seiner Wirkung grosse Erschütterungsgebiet, was auch ein Hinweis darauf ist, dass der Erregungsort in relativ grosser Tiefe liegt. Wir stellen also fest, dass das Beben ein tektonisches ist, dass man es mit einer Vorschiebung von Gebirgsschollen zu tun hat. Nachdem wir die Ursache kennen gelernt haben, so wollen wir jetzt den Erregungsort näher bestimmen, hauptsächlich die Frage prüfen, ob die Verschiebung längs der Rheintalspalte oder in einer dazu senkrechten Spalte stattfand. Um das Problem zu lösen, ist es nötig, das Erdbeben mit denjenigen zu vergleichen, welche das betroffene Gebiet gleichfalls heimsuchten. Es sind das die Beben vom

7. Dezember 1875, 24. Januar 1883 und 21. April 1885. Von diesen wurde das vom 24. Januar 1883 von Kloos bearbeitet, zudem ist es dasjenige, welches die grösste Aehnlichkeit mit dem vom 24. März 1901 hat. Das Beben vom 24. Januar 1883 erschütterte den südlichen Schwarzwald, die Vorbergszone und pflanzte sich bis in die Vogesen hinein fort. Südlich der Verwerfungsspalte, welche über Kandern, Wiesleth—Schönau läuft, zeigt es keine Erschütterungspunkte; nur Lörrach, weil es an der Hauptverwerfungsspalte liegt, ist getroffen worden. Die Dinkelbergverwerfung trat hier der Verbreitung entgegen. Kloos verlegte die Ursache des Bebens in eine Senkung der sedimentären Gebirgsschollen längs der Rheintalspalte von Kandern im Süden bis Keppenbach im Norden. Bei dem Beben vom Jahre 1901 scheint mir die Verschiebung jedoch nicht längs der Rheintalspalte stattgefunden zu haben, obwohl hier Orte stärkster Erschütterung liegen. Denn hätte die Verschiebung längs der Spalte stattgefunden, so ist nicht einzusehen, warum nicht westlich der Spalte auch Orte stärkster Erschütterung liegen — (ein laterales Beben liegt wohl kaum vor) —, warum die Erschütterung sich nicht auch bis in die Vogesen fortpflanzte; es erklärt sich aus der Annahme nicht die Lage des epizentralen Gebietes, das ja das untere Wiesental umfasst; dann spricht sehr dagegen, dass westlich von Lörrach und Kandern das Beben so wenig verspürt wurde. All dies aber erklärt sich durch die Annahme, dass die Verschiebung von Sedimentschollen im Wiesental stattfand an einer Verwerfungslinie senkrecht zur Rheintalspalte wahrscheinlich der Verwerfungslinie, die von Lörrach nach Rheinfelden zieht. Denn hier verspürte man sukkussorische Stösse und dahin konvergieren die Richtungen.

Schluss. Fasst man kurz noch einmal die erhaltenen Resultate zusammen, so darf man wohl sagen: Das Erdbeben vom 24. März 1901 entstand durch eine Verschiebung von Sedimentschollen im unteren Wiesental. Es war ein tektonisches Beben. Von hier pflanzte das Beben sich weiter nach NO und SW fort als nach anderen Richtungen. Im O und W ist das Schüttergebiet durch Verwerfungslinien abgegrenzt. Die Rheintalspalte erwies sich als ausgezeichnete Schütterlinie.

Erdbeben am 22. Mai 1901.

Am 22. Mai morgens 8 Uhr wurde in Efringen, Leopoldshöhe, Lörrach, Grenzach und Säckingen ein Erdbeben verspürt.

Die Angaben über die Eintrittszeit schwanken zwischen 4^h 3′ in Säckingen und 7^h 57′ in Efringen und Grenzach. In Lörrach soll nach einem Bericht das Beben 8^h 30″, nach einem andern 7^h 58′ eingetreten sein, in Leopoldshöhe 8^h 1′ und in Stetten bei Lörrach 7^h 58′ 30″. Es differieren mithin die Angaben um 6′, und zwar fallen die Endwerte auf die von einander entferntesten Orte. Eine genaue Zeitangabe betreffs der Eintrittszeit des Bebens kann nicht angegeben werden. Die Angaben über die Dauer des Bebens variieren zwischen 2″ in Grenzach und 4″ in Leopoldshöhe. Jedenfalls ist die Dauer der Erschütterung sehr gering gewesen.

Das Beben äusserte sich teils als Stoss allein, wie in Leopoldshöhe, wo er mit dem Anprall einer Lokomotive an ein Haus verglichen wird, teils als Stoss verbunden mit Zittern wie in Säckingen, Efringen und Stetten, wo die Erschütterung mit dem Herabfallen eines schweren Gegenstandes verglichen wird; aus Lörrach werden zwei Stösse gemeldet.

Ueber die Richtung der Stösse sind gleichfalls einige Berichte eingegangen. Unter denen gestattet die Beobachtung aus Grenzach einen Schluss auf die Richtung zu ziehen. Es schwankte dort an der NO-Wand ein Sekretär von hinten nach vorn. Daraus ergibt sich als Stossrichtung NO—SW. Im allgemeinen konvergieren die Richtungen nach dem Dinkelberg hin. Die Intensität des Bebens war entsprechend seiner Art eine geringe; sie erreichte den zweiten Grad der Futtererschen Erdbebenskala. Nähere Angaben liegen nur aus Säckingen und Grenzach vor. In Säckingen schwankten leichtere Gegenstände, in Grenzach fielen in einem Kamin kleine Steine und Mörtel herab.

Ueberall war das Beben von Geräusch begleitet, das teils mit fernem Donner, teils mit dem, welches ein vorbeifahrendes Lastfuhrwerk verursacht, verglichen wird

Aussergewöhnliche Erscheinungen sind sonst nicht beobachtet worden.

Als Ursache dürfte auch in diesem Falle eine Verschiebung längs einer Verwerfungsspalte anzunehmen sein.

Die Rasse des schwedischen Volkes.

Von Dr. **Ludwig Wilser.**

Der Gegenstand, für den ich heute Abend Ihre Aufmerksamkeit erbitte, berührt uns näher, als vielleicht mancher von Ihnen beim Lesen der Ankündigung denken mochte. Denn einmal bewohnen die Schweden noch heute das Land, aus dem nach Sage und Geschichte[1] die germanischen Völkerschaften, teils schwäbischen, teils fränkischen Stammes, die unsere engere badische Heimat erobert und besiedelt haben, vor mehr als zwei Jahrtausenden ausgezogen sind,

unde genus Francis adfore fama refert,

wo es auch, wie die süddeutschen Schwaben noch im zwölften Jahrhundert zu erzählen wussten, ein nordisches, meerumschlungenes „Schwabenland" gab (In plaga septentrionali quaedam provincia adiacet mari, quam Sueviam aiunt nuncupari), die alte Stammesheimat, noch lange unvergessen, besonders bei den Alemannen, die sich nach einer „althergebrachten", von einem Geschlecht zum andern fortgeerbten Sage von jeher berühmten, „von den alten Schwediern abkomen seyn". Dann aber hat der „Naturwissenschaftliche Verein" unsere eigenen auf Ermittelung der Rasse oder, wie wir hier sagen müssen, Rassenmischung der badischen Bevölkerung gerichteten Bestrebungen von Anfang an mit wohlwollender Teilnahme verfolgt, wiederholt Vorträge und Berichte über deren Fortgang und Ergebnisse angehört und, vor allem, durch dauernde Zuschüsse die Vollendung und Veröffentlichung ermöglicht. Ich erachte es daher als Pflicht, Ihnen Bericht zu erstatten über ein Unternehmen, das durch unser Vorgehen angeregt und durch die „Anthropologie der Badener"[2] entschieden beeinflusst, unsere Voraussetzungen in glänzendster Weise bestätigt hat.

Als wir nämlich vor nunmehr 17 Jahren an den Mannschaften einzelner Truppenteile, mehrerer Kompagnien des Leibgrenadierregiments und des Infanterieregiments 111, sowie der reitenden

Batterie des Artillerieregiments 14, unsere ersten Versuche und Vorübungen machten, waren wir überzeugt, dass die Untersuchung schwedischer Soldaten wesentlich andere Ergebnisse haben müsse. Solche mit unsern eigenen zu vergleichen, musste sehr lehrreich sein. und wir, Herr Ammon und ich, hatten daher die Absicht, auf einer Nordlandsfahrt in Stockholm bei einigen dortigen Heeresabteilungen ähnliche Erhebungen zu machen. Da äussere Umstände die Ausführung dieses schönen Planes vereitelt haben, freuen wir uns umsomehr, dass durch das grossartige Unternehmen, über das ich zu berichten im Begriffe bin, alles, was wir damals hätten erreichen können, weit überboten ist. Dagegen ist die Hoffnung, unser Beispiel werde im In- und Auslande Nachahmung finden, nur teilweise in Erfüllung gegangen. In Deutschland wenigstens ist, obwohl die grosse Schulkinderuntersuchung[3] nur als einleitende Vorarbeit gelten kann, von einzelnen örtlich beschränkten Versuchen[4] abgesehen, seitdem so gut wie nichts mehr geschehen. Glücklicherweise ist in dieser Hinsicht das Ausland eifriger und tatkräftiger gewesen, so dass aus den meisten europäischen Ländern, wie Norwegen (Arbo), England (Beddoe und Haddon), Belgien (Houzé), Frankreich (Collignon), Spanien (Olóriz und Aranzadi), Italien (Livi und Nicolucci), Schweiz (Chalumeau), Österreich (Weisbach und Holl), Russland (Zograf und Bogdanow), Finnland (Westerlund), wissenschaftlich wertvolle Berichte über mehr oder weniger umfassende Erhebungen vorliegen. Nun hat die grosse schwedische Volksuntersuchung, deren Ergebnisse in diesem prachtvoll ausgestatteten, mit sehr anschaulichen Karten und Farbenkreisen versehenen Werke[5] zusammengefasst sind, den Ring geschlossen und eine umso störender empfundene Lücke ausgefüllt, als unter allen Völkern unseres Weltteils gerade die Schweden eine Sonderstellung einnehmen.

Der geistige Urheber, zugleich auch der unermüdliche Förderer und werktätige Unterstützer dieses wissenschaftlich hochbedeutenden Unternehmens ist Gustaf Retzius, Professor der Anatomie in Stockholm, der es als Ehrenpflicht ansah, das von seinem schon 1860 gestorbenen Vater Anders Retzius, dem Begründer der Schädelmessung, begonnene Werk zu Ende zu führen. Von verschiedenen Seiten aufgefordert und ermächtigt, hatte er schon in den Jahren 1862/3 eine umfassende Ermittlung der Rassen-

merkmale des schwedischen Volkes ins Auge gefasst und teilweise begonnen; da aber der Freiherr v. Düben, seines Vaters Nachfolger, sein Vorgänger auf dem Lehrstuhl der Anatomie, sich auch mit solchen Dingen beschäftigte, trat Retzius rücksichtsvoll zurück und wandte sich hauptsächlich den Aufgaben seiner Fachwissenschaft zu, ohne jedoch der gewissermassen ererbten Vorliebe für anthropologische Arbeiten ganz untreu zu werden; davon legt die in den Jahren 1872—78 durchgeführte und veröffentlichte[*] Untersuchung der Finnen ein schönes Zeugnis ab. Nachdem v. Düben 1892 gestorben war, ohne etwas Abschliessendes erreicht, besonders auch ohne etwas Zusammenhängendes veröffentlicht zu haben, schien es geboten, in Schweden, „der eigentlichen Wiege“ der Anthropologie, aufs neue ans Werk zu gehen, obwohl in einem Lande, wo der „wissenschaftlichen Arbeiter auf jedem Gebiete nur wenige sind, die bedeutende Ausdehnung des Landes aber derartig statistischen Erhebungen recht grosse Schwierigkeiten bereitet, man es sich mehr als einmal bedenkt, ehe man eine solche Arbeit in Gang setzt“. Ausser Retzius trug sich auch Professor Fürst in Lund mit solchen Plänen, beide Gelehrten aber wurden immer wieder durch andere fachwissenschaftliche und Berufsarbeiten an der Ausführung verhindert. Endlich im Jahre 1896 wurde im Vorstand der Schwedischen Gesellschaft für Anthropologie und Geographie, wo schon 1888 durch Reichsantiquar Hildebrand auf die Wichtigkeit solcher Untersuchungen hingewiesen worden war, die Angelegenheit von Hultkrantz, der kurz vorher eine statistische Arbeit über die Körpergrösse der Schweden abgeschlossen hatte, wiederum zur Sprache gebracht. Da aber weder von der Gesellschaft noch von der Regierung die nötigen Geldmittel zu erhalten waren, musste die Sache einstweilen noch verschoben werden. Aber aufgeschoben ist nicht aufgehoben. Noch im Oktober des gleichen Jahres, in der feierlichen Sitzung am hundertsten Geburtstage seines Vaters, hob Retzius in der Festrede über „die Geschichte der physischen Anthropologie“ nochmals mit Nachdruck die Bedeutung umfassender Untersuchungen hervor und stellte zugleich in hochherziger Weise 3000 Kronen für die sofortige Inangriffnahme zur Verfügung. Nun kam die Sache in Fluss, und es konnte mit den nötigen Vorarbeiten, Aufstellung eines Feldzugsplans, Entwurf der Fragebogen, Anschaffung von Werkzeugen u. dgl., begonnen

werden. Nachdem die Genehmigung der Behörden eingeholt und ein Stab von Ärzten, Professoren, Doktoren und Kandidaten, für die Untersuchung gewonnen war, wurden im Sommer 1897 an den verschiedenen Übungsorten nicht weniger als 22 708 Wehrpflichtige und Soldaten[7] untersucht und gemessen, sämtlich 21 Jahre alt und mindestens 157 cm gross, denn ältere oder jüngere wurden übergangen und die Mindermässigen waren mit den Untauglichen nach der dortigen Heeresordnung schon vorher ausgemustert. Im Frühling und Sommer des folgenden Jahres 1898 wurden in gleicher Weise die Erhebungen fortgesetzt und weitere 22 980 Mann, zusammen also 45 688 aus allen Teilen des Königreichs aufgenommen. Nachträglich mussten aus verschiedenen Gründen etwa 700 wieder ausgeschieden werden, so dass für die Berechnung 44 900 Mann übrig blieben, d. h. 1,81 % der männlichen und 0,88 % der Gesamtbevölkerung (rund 5 100 000) von Schweden. Vergleichen wir damit unsere badischen Zahlen, so haben wir in den Jahren 1886—1895 untersucht 30 676 Wehrpflichtige und 2201 Schüler, zusammen 32 877, das sind nahezu zwei vom Hundert der damaligen Bevölkerung des Grossherzogtums. Wenn die Schweden, denen hauptsächlich „die vorzüglichen Arbeiten von Livi und Ammon als Muster" gedient haben, bei aller Anerkennung unserer Leistungen doch das „bedeutend grössere Material" hervorheben, das ihren Untersuchungen einen „höheren Wert" verleihe, so rührt dies daher, dass Herr Ammon, um einen möglichst gleichwertigen Grundstoff zu haben, nur 6800 von ihm selbst gemessene Wehrpflichtige von rein ländlicher Abstammung seinen Berechnungen zu grunde gelegt hat. Diese peinliche Genauigkeit mag ihre Vorzüge haben, ich glaube aber doch, dass mein verehrter Mitarbeiter Ammon etwas zu viel von ihr erwartet hat, denn der Hauptwert solcher Volksuntersuchungen liegt in der gegenseitigen Vergleichung und in den grossen, jede Zufälligkeit ausschliessenden Zahlen. Allzu feine Arbeit wird nicht bezahlt und ist auch in diesem Falle durchaus nicht überall anerkannt[8] worden; jedenfalls ist damit, da mit solcher Strenge anderwärts kaum je verfahren worden ist oder verfahren werden wird, für die Vergleichbarkeit nichts gewonnen worden. Hätten wir, wie ich wiederholt beantragt habe, neben der ins einzelne gehenden, unsern Stoff verkleinernden und zersplitternden Behandlung der 6800 Mann, die noch nicht den vierten Teil aller Unter-

suchten ausmachen, kurz und übersichtlich auch die Gesamtergebnisse veröffentlicht, so würden unsere Zahlen gegen die anderer Forscher und Länder bedeutend schwerer ins Gewicht fallen. Während bei uns in Baden, von einigen gelegentlichen Unterstützungen abgesehen, nur zwei Untersucher, deren einer den Löwenanteil auf sich genommen, tätig waren, verteilt sich in Schweden die Arbeit auf 15 Herren, von denen Professor Fürst. auf dessen Namen die meisten (6330) Einzeluntersuchungen fallen, etwas mehr Mannschaften als ich (6057) gemessen hat. Man hat also in Schweden auf die Fehlerquelle, die zweifellos darin liegt. dass verschiedene Beobachter niemals ganz gleichmässig schätzen und messen, kein grosses Gewicht gelegt, und wohl mit Recht. da auch derselbe Untersucher zu verschiedenen Zeiten, bei wechselnder Beleuchtung u. dgl. sich nicht völlig gleichkommt und die geringen unvermeidlichen Abweichungen bei grossen Zahlen sich gegenseitig ausgleichen. Bei der Um- und Ausrechnung haben in Schweden, bezeichnend für die nordischen Verhältnisse, nicht weniger als fünf Damen mitgewirkt, während bei uns diese mühsame, zeitraubende und aufreibende Arbeit allein auf den Schultern unseres Schriftführers Ammon und seines Hilfsarbeiters Stolz lag.

Die beträchtlichen Kosten des schwedischen Unternehmens. einschliesslich der in jeder Hinsicht mustergiltigen Veröffentlichung 15 500 Kronen, das sind rund 17 440 Mark, musste, da sie sonst nicht aufzubringen waren, Retzius ganz allein tragen. Obwohl die meisten Kulturstaaten für wissenschaftliche Zwecke, darunter oft recht fernliegende Dinge von zweifelhaftem Wert, grosse Aufwendungen machen, scheint man Ermittlungen der Rasse des Volkes, auf dessen Wehrfähigkeit und Steuerkraft doch die ganze Macht des Staates beruht, noch nicht gebührend zu würdigen. Wir erkennen es dankbar an, dass uns die grossherzogliche Regierung nicht nur durch Befürwortung und Genehmigung unserer Untersuchungen, sondern auch durch Gewährung ausgiebiger Geldmittel unterstützt hat. In den zwölf Arbeitsjahren haben wir rund 12 000 Mark verbraucht und der Verlagshandlung noch 1560 Mark zu den nicht unerheblichen Druckkosten beigesteuert.

Während die Zusammenstellung und Berechnung des bei der Untersuchung der Landwehrleute gesammelten Stoffes in vollem Gange war, fand Retzius Zeit, sein prachtvolles, durch Natur-

treue der Abbildungen und Genauigkeit der Beschreibung ausgezeichnetes Schädelwerk, Crania suecica antiqua[9], das er seit vielen Jahren vorbereitet hatte, herauszugeben. Beide Werke, die ich Ihnen hier zur Einsicht und Vergleichung vorlege, gehören zu den wertvollsten Erscheinungen der anthropologischen Literatur und machen ihrem Herausgeber wie seinem Vaterlande alle Ehre; sie ergänzen sich gegenseitig und geben uns ein lückenloses Bild der Rassenentwicklung von der ersten Besiedlung des Landes in der Steinzeit bis zum heutigen Tage. Mit berechtigtem Stolze konnte Retzius in einer Rede[10] über „den germanischen Rassentypus", in der er die Hauptergebnisse der Volksuntersuchung mitteilte, von Schweden rühmen, dass es, was die Leibesbeschaffenheit seiner Bewohner in Vergangenheit und Gegenwart anlangt, nun zu „den bestuntersuchten und bestgekannten Ländern gehört". Das ist um so wertvoller für die Völkerkunde, als das schwedische Volk „merkwürdig einheitlich" ist und die Rasse der alten Germanen am besten bewahrt hat.

Wenn wir nach diesen einleitenden Bemerkungen nun mit Hilfe des vorliegenden Werkes auf die Ergebnisse der schwedischen Volksuntersuchung etwas näher eingehen, wird sich Gelegenheit genug bieten, unsere heimischen Verhältnisse zum Vergleich heranzuziehen und Fragen von allgemein wissenschaftlicher Bedeutung zu berühren.

Die schwedischen Fragebogen, am Kopf mit dem Namen des Truppenteils und des Untersuchers wie dem Tag der Untersuchung bezeichnet, geben über Folgendes Auskunft: Laufende Zahl (Namen), Geburtsort des Untersuchten und seiner beiden Eltern, Grösse, stehend und sitzend, Armbreite, Kopf, Länge und Breite, Gesicht, länglich oder breit, Augen, blau, grau, gemischt (melerade), braun, Haare, gelb, aschblond (cendré), braun, schwarz, rot, Bemerkungen. Da bei der schwedischen Landbevölkerung immer die gleichen Namen, wie Andersson, Petterson, Johansson, Hansson Erikson u. a.[11] sich wiederholen, wurden diese meist weggelassen. Nach dem Geburtsort wurden die Wehrpflichtigen so auf die einzelnen Landschaften verteilt, dass, wenn Sohn und mindestens ein Elternteil in der gleichen Landschaft geboren waren, sie dieser zugerechnet wurden: waren beide Eltern in der gleichen, der Sohn aber in einer andern Landschaft geboren, so wurde er als zur ersteren gehörig betrachtet, waren alle drei verschieden, so war

der Geburtsort des Vaters entscheidend. Die Grösse wurde ganz ähnlich wie bei uns, im Stehen und Sitzen, mit einem an der Wand befestigten Bandmass und einem hölzernen Winkel ermittelt; ebenso die von uns ausser acht gelassene Armbreite. Zur Messung des Kopfes dagegen diente ein Stangenzirkel. Auch wir haben zuerst einen solchen gebraucht, uns aber später im Hinblick auf die „Frankfurter Verständigung" und in der Hoffnung auf nachfolgende Untersuchungen in Deutschland, bestimmen lassen, die Köpfe nicht in ihrer grössten Länge, sondern in der Horizontalebene zu messen. Zu diesem Zwecke liessen wir bei Nestler in Lahr ein hölzernes Schiebermass anfertigen, das besonders bei grösseren Untersuchungen sehr leicht und handlich, jedoch wegen des Federns der Arme nicht ganz so zuverlässig ist wie der Zirkel. Da wir, wie gesagt, in Deutschland keine Nachahmung fanden und das Ausland beim Zirkel blieb, haben wir durch die „Frankfurter Horizontale" die Vergleichbarkeit unserer Untersuchungsergebnisse nicht erhöht. Herr Ammon hat sich bemüht, den Fehler gut zu machen, und den aus beiden Messungsarten sich ergebenden Unterschied des Index[12] auf durchschnittlich 0,47, rund 0,5, um welche Zahl der unsrige zu hoch ist, berechnet.

Das Gesicht wurde, wie auch bei uns, nur in den wenigsten Landesteilen gemessen, sonst bloss geschätzt. Von den Augen entsprechen „die gemischten" unsern „grünen", deren „Iris nicht grau und nicht braun, sondern aus graublauen und bräunlichen Sektoren bezw. Radien zusammengesetzt erschien, und die aus der Entfernung von 1 m, in der die Beobachtung gemacht wurde, den Gesamteindruck von grün[13] hervorriefen". Da in Schweden blaue und graue Augen als „helle" zusammengezählt wurden und auch nach unserer Auffassung erst bei den „grünen" die „dunkle Farbe der Augen zu überwiegen" beginnt, so kommen sich die Bezeichnungen und Abteilungen sehr nahe, mit andern Worten, es gibt helle, gemischte und dunkle[14] Augen. Auch die gelben und aschblonden (cendré) Haare wurden später zusammengerechnet, so dass sich auch hier drei grosse Gruppen ergeben, lichte, mittelfarbige und schwarze Haare, wozu aber noch die eine besondere Stellung einnehmenden roten kommen. Die Abgrenzung der aschblonden gegen die braunen Haare erwies sich als schwierig und schwankend, besonders da die meisten Landwehrleute die Haare während der sommerlichen Übungszeit ganz kurz geschnitten

trugen; die von uns als zweckmässig befundene Musterlocke hat man in Schweden nicht benützt.

Bei der endgiltigen Ausarbeitung verteilten die beiden Herausgeber den umfangreichen Stoff so, dass Retzius die Masse, Fürst die Farben übernahm, doch in stetem Einverständnis und Zusammenwirken.

Dem Ganzen dient als Einleitung ein „Blick auf die Vorgeschichte und Geschichte Schwedens“ aus Retzius' Feder, mit besonderer Rücksicht auf die erste Besiedelung, Einwanderungen und jetzige Bevölkerung, sowie auf frühere Ansichten und Untersuchungen über die Rassenverhältnisse des Landes. Nur nach Norden und Westen hängt dieses mit andern Ländern, Finnland und Norwegen zusammen, und zwar durch gebirgige und waldige, meist öde und wüste oder doch nur ganz schwach bevölkerte Grenzgebiete; sonst ist es vom Meer umflossen. Die Küsten sind meist felsig und durch vorgelegte Schären wie mit einem Schutzwall umgeben. Da in alten Zeiten „die Schiffahrt sehr gefährlich und wenig entwickelt war“ (immensus ultra utque sic dixerim adversus oceanus raris ab orbe nostro navibus aditur, sagt noch Tacitus, Germ. 2), war das Land wie wenig andere von der Aussenwelt abgeschlossen und gegen grössere Einwanderungen und feindliche Einfälle geschützt. Nach dem Abschmelzen des Inlandeises hatte auch der Mensch, „von Süden her“ vordringend, von dem Lande Besitz ergriffen. „Alles weist darauf hin, dass die älteste Bevölkerung von den dänischen Inseln“ gekommen ist und sich allmälig im Lande ausgebreitet hat. Sie stand noch auf der von Torell[15] „mesolithisch“ genannten Entwicklungsstufe und hat erst in Schonen die verhältnismässig hohe Gesittung der neueren Steinzeit erreicht. Damals waren Schonen, Blekinge, Halland, Westgotland, und Bohuslän die „hauptsächlichsten „Bevölkerungscentra“. Während der Bronze- und Eisenzeit „drangen die Ansiedler immer mehr nach den östlichen und nördlichen Gegenden des Landes vor, und die Verbindungen mit den umgebenden Ländern über das Meer wurden allmälig zahlreicher“. Die Wikingerflotten, die später nicht nur die Nord- und Ostsee, sondern sogar das Mittelmeer befuhren, brachten oft Gefangene heim, und der sich entwickelnde Handel wie auch das Christentum führten allerlei fremdes Volk ins Land. Von Nordosten her breiteten sich die Lappen aus, ohne jedoch weit nach Süden vorzudringen und die

Zusammensetzung der Bevölkerung erheblich zu beeinflussen. Die Verbindungen mit Finnland führten zuerst mehr Auswanderer hinüber als Einwanderer herüber, aber im 16. und 17. Jahrhundert wurden von mehreren schwedischen Königen zahlreiche Finnen zur Urbarmachung unbewohnter Waldländereien in Schweden angesiedelt. Diese sind trotz anfänglicher Feindseligkeit fast ganz in den Schweden aufgegangen, so dass jetzt nur noch wenige alte Leute finnisch verstehen. Ganz im Norden, in Västerbotten an der russischen Grenze, wohnt dagegen noch im wilden Waldland eine geschlossene finnische Bevölkerung von 20000 Seelen. Zum Betrieb der Bergwerke sind im 17. Jahrhundert auch viele Wallonen ins Land gekommen, deren Nachkommen jetzt auf ungefähr 5000 Seelen geschätzt werden; von ihrer Sprache ist mit Ausnahme einiger Fachausdrücke nichts übrig geblieben. doch machen sich, gerade wie bei uns die Waldenser- und Hugenottengemeinden, die Wallonen noch teilweise durch ihre Namen und dunkleren Farben bemerklich. Nicht ohne Einfluss konnten selbstverständlich die grossen Kriege unter Gustav Adolf und Karl XII. bleiben; viele schwedische Offiziere und Soldaten, die lange im Ausland gedient hatten, brachten fremde Frauen mit nach Hause, und zahlreiche Ausländer nahmen Kriegsdienste in den schwedischen Heeren und folgten ihren siegreichen Fahnen. Daher kommt es, dass der schwedische Adel grösstenteils fremden Ursprungs ist. Der sich mehr und mehr entwickelnde Handel und Seeverkehr führte viele ausländische Handelsleute, darunter auch Juden, in die Hafenstädte, die sich dort aus Geschäftsrücksichten zumteil dauernd niederliessen und entweder Weib und Kind mitbrachten oder Töchter des Landes heirateten. Daher finden sich gerade im Bürgerstand der Städte auffallend viele Familien „mit fremden, gewöhnlich deutschen oder holländischen, seltener englischen, französischen oder italienischen Namen". Es wäre daher durchaus nicht zu verwundern, wenn genauere Untersuchungen auch der städtischen Bevölkerung ergäben, dass diese rundköpfiger[16] ist als die ländliche.

Dass das schwedische Volk ein germanisches ist und als solches zu dem grossen indogermanischen oder arischen Sprachstamm gehört, ist unbestritten, dass es in „seinen Grundbestandteilen" von der Rasse abstammt, die seit der Steinzeit das Land bewohnt, haben die anthropologischen Untersuchungen, um die

sich besonders Retzius Vater und Sohn und v. Düben verdient gemacht, unzweifelhaft dargetan; dass die Rasse der Vorzeit nicht nur die Schädelgestalt, sondern auch die übrigen Merkmale, helle Farben und hohen Wuchs, mit der heutigen Bevölkerung gemein hatte, „ist in hohem Grade wahrscheinlich". Es sei hier gestattet beizufügen, dass naturwissenschaftliche Forschung die Wahrscheinlichkeit zur Gewissheit erhoben hat. Vor ungefähr zwölf Jahren hat im chemischen Laboratorium in Kopenhagen Bille Gram die Menschenhaare aus sechs Baumsärgen der Bronzezeit einer genauen Prüfung unterworfen [17] und gefunden, dass die durch Feuchtigkeit und Gerbsäure dunkel gefärbten Haare nach chemischer Reinigung eine ganz helle Farbe bekamen. Mit hellen Haaren sind aber, wenn es sich nicht um Mischlinge handelt, nach dem Naturgesetz auch blaue Augen und weisse Haut verbunden.

Haben wir nun die Berechtigung, diese Rasse „gemanisch" zu nennen? Retzius ist der Ansicht, dass „sich die Forscher in dieser Hinsicht im allgemeinen dahin geeinigt haben, als in anthropologischem Sinne germanisch die Teile der arischen Rasse zu bezeichnen, welche, wenigstens soweit die Geschichte reicht, im nördlichen Europa gewohnt haben, dolichocephal (resp. mesocephal) und orthognath sind und eine hohe Statur, helles Auge, helle Haut und blondes Haar besitzen". Beide Ausdrücke aber, „germanisch" wie „arisch", sind von geschichtlichen Völkernamen abgeleitet, und ich habe wiederholt, besonders in einem Vortrag [18] über „Rassen und Völker" auf dem 7. Internationalen Geographenkongress, Berlin 1899, darauf hingewiesen, welche Verwirrung durch die Bezeichnung rein naturwissenschaftlicher Begriffe mit geschichtlichen Namen entsteht. Die einzige Ausnahme, die ich gelten lasse und selbst mache, ist „germanische Rasse", weil unsere Vorfahren beim Eintritt in die Geschichte von völlig reiner Rasse [19] waren und weil, wie gerade das vorliegende Werk unwiderleglich beweist, diese Rasse bei dem nicht ausgewanderten Teil der Germanen sich bis auf den heutigen Tag trotz dem ins Ungeheuere gesteigerten Weltverkehr nahezu unvermischt erhalten hat. Die Ansichten von der „Wiege" und dem „Urheim" der Germanen in Skandinavien entbehren nach Retzius' Meinung „noch einer wissenschaftlich sicheren Begründung". Er hält es für „erlaubt", überall in Europa (von Asien spricht er nicht mehr) nach demselben zu suchen, findet es aber „erklärlich

und natürlich", dabei auch an die Gegenden zu denken, wo „die Germanen sich am reinsten erhalten" haben. Ebenso vorsichtig, mit der Zurückhaltung des wahren Naturforschers, äussert er sich auch in den Crania suecica antiqua; in dem Bericht über die schwedische Ausgabe[20] habe ich mir jedoch erlaubt, dazu folgendes zu bemerken: „Wenn ich am Schlusse der Besprechung dieses schönen und wertvollen Werkes meine eigene Ansicht äussern darf, so geht sie dahin, dass man bei strengster Wissenschaftlichkeit doch etwas weiter gehen darf als der Verfasser, dem die Lehre vom Verbreitungszentrum der langköpfigen, hellfarbigen und hochgewachsenen Rasse (Homo europaeus Linné) in Skandinavien noch nicht genügend begründet scheint. Haben in dem, soweit unsere Kenntnis reicht, von Ariern bewohnten Schweden seit der ersten Besiedelung des Landes nach der Eiszeit keine Einwanderungen[21] mehr stattgefunden, so ist die Blutsverwandtschaft, sowie die sprachliche und kulturelle Übereinstimmung der skandinavischen mit den übrigen arischen oder indogermanischen Völkern nur durch Auswanderungen zu erklären". Übrigens hat mir Retzius brieflich sein Bedauern ausgesprochen, meine Arbeiten über die Herkunft der Arier[22] damals noch nicht gekannt zu haben, und in sehr liebenswürdiger Weise die Aufnahme eines kürzlich in der Zeitschrift Ymer erschienenen Aufsatzes von mir über die Einwanderungsfrage vermittelt.

Das Königreich Schweden ist bei einer Länge von 1600, einer Breite von 400 km (442 126 qkm) nur wenig kleiner als das Deutsche Reich, enthält aber viele schwach bevölkerte Teile, so dass die Zahl der Einwohner nur 5 140 000, darunter 2 486 500 männliche und 2 611 000 weibliche, beträgt. Wie gross die Vermehrungsfähigkeit der Bevölkerung ist, geht daraus hervor, dass sie Ende des 16. Jahrhunderts noch keine Million ausmachte und sich im letzten Jahrhundert trotz starker Auswanderung verdoppelt hat. Es gibt zwar 95 Städte, darunter aber viele kleine und nur zwei grosse, Stockholm mit 300 000 und Gotenburg mit 140 000 Einwohnern. Das Land ist reich an Wasser und, besonders in seinen südlichen Teilen, sehr fruchtbar. Ungefähr vier Fünftel der Bevölkerung wohnen auf dem Lande und mehr als die Hälfte nährt sich, obgleich auch hier Handel und Industrie sich mächtig entwickelt haben, noch von Ackerbau und

Fischerei. Unter den Arbeitern befinden sich mehr als 60000 Wald- und Holzarbeiter, deren Lebensweise sich nicht viel von der bäuerlichen unterscheiden wird.

Das Königreich zerfällt von Süden nach Norden in drei Hauptteile, Götaland, Svealand und Norrland, mit 10, 6 und 8, zusammen 24 Landschaften (landskap); es ist eingeteilt in 25 Verwaltungsbezirke oder Hauptmannschaften (län) und zahlreiche Gerichtssprengel (härader) und Kirchspiele (socknar).

Gehen wir nun zu den Einzelheiten über, so haben wir zunächst die von Retzius bearbeitete Körpergrösse der Schweden zu beachten. Frühere Beobachter, z. B. Baxter,[23] die sich aber nur auf eine beschränkte Zahl von Messungen stützen konnten, gaben die Durchschnittsgrösse auf etwa 1,70 m an. Im Jahre 1875 hatte der norwegische Militärarzt Arbo eine statistische Arbeit[24] herausgegeben, die für uns besondere Bedeutung hat, weil sie, wie die ganz ähnliche[25] aus Ammons Feder, eine Zunahme (0,075 Zoll, schwedisch oder norwegisch?, d. h. ungefähr 2 cm in 30 Jahren, gegen 1 cm bei uns in 24 Jahren) der Länge bei den schwedischen Wehrpflichtigen feststellt; die Vergleichbarkeit beider Untersuchungen ist um so grösser, als sie die selbe Zeit, 1840—1870 und 1840—1864, behandeln. Beide Forscher, der nordische wie der badische, stimmen darin überein, dass sie als Ursache dieser Zunahme die Verbesserung der Lebensverhältnisse ansehen; Ammon macht dazu die ohne Zweifel berechtigte Bemerkung, dass es sich hierbei wohl weniger um ein „Grösserwerden der Rasse" als um eine Beschleunigung der Entwicklung handelt. Die erste eingehendere Untersuchung über die Körpergrösse der Schweden wurde vor einigen Jahren von Hultkrantz[26] angestellt auf Grund der amtlichen Berichte, die seit den Jahren 1887—1894 an das Landwehrkommando eingeschickt worden waren und 232367 Mann, d. h. ungefähr den zehnten (im Text steht irrtümlich „fünften") Teil der männlichen Bevölkerung Schwedens, umfassen. Er hat die mittlere Grösse der schwedischen Männer im Alter von 21 Jahren auf 1,695 m berechnet. Da die nordische Rasse in diesem Lebensalter noch nicht ausgewachsen ist, sondern nach Gould im dritten Jahrzehnt noch um etwa 1 cm zunimmt, ergibt sich auch aus dieser auf grossen Zahlen beruhenden Berechnung eine Durchschnittsgrösse der vollständig erwachsenen Männer von 1,70 m. Bemerkenswert ist, dass auch

Hultkrantz eine Zunahme von 0,5 cm in 7 Jahren gefunden hat, aber doch, wie schon Ecker[27], die Abstammung als das den Wuchs hauptsächlich bestimmende ansieht. Er knüpft an seine Ergebnisse noch allerlei Fragen, deren Lösung er von einer umfassenden Volksuntersuchung erwartet.

Bezüglich des Wachstums der schwedischen Jugend hatte schon vorher Key[28] sehr bemerkenswerte Messungen an Schülern im Alter von 9 bis zu 21 Jahren ausgeführt. Darnach waren die Jünglinge höherer Stände mit 19 Jahren durchschnittlich 1,70, mit 20 1,71 und mit 21 1,72 m gross. Dass dieser Unterschied nicht bloss auf schnellerem Wachsen, sondern auch auf höherem Wuchs der wohlhabenden städtischen Bevölkerung beruht, geht aus den Mitteilungen hervor, die Forssberg 1891 in der Gesellschaft der Ärzte in Stockholm gemacht hat: 514 junge Leute unter 25 Jahren und den ärmeren Volksschichten angehörend, waren durchschnittlich 1,70, 58 der oberen dagegen 1,78 m gross. Die gleiche Erscheinung trat auch beim weiblichen Geschlecht hervor.

Die grosse Untersuchung der Jahre 1897/8 ist der Hultkrantzschen insofern nicht ganz gleichwertig, als die Mindermässigen, unter 1,57 m, schon vorher ausgeschieden waren, was selbstverständlich die Durchschnittszahl etwas erhöht. Es finden sich in den Listen unter rund 45 000 Mann aber doch 107 unter 1,57 m, die durch ein Versehen eingestellt und mitgemessen wurden und einigermassen den Fehler wieder ausgleichen. Aber auch die Grösse von 1,57 m ist nur durch 120 Mann vertreten, woraus hervorgeht, dass ein so niederer Wuchs in Schweden überhaupt selten ist. Im ganzen hat sich ein noch grösseres Durchschnittsmass[29] ergeben als das von Arbo (1860—70) auf 1,696, von Hultkrantz (1887—94) auf 1,695 berechnete, nämlich 1,709 m; die Grossen, über 1,70 m, machen jetzt ungefähr 60 % der Bevölkerung aus, gegen 50 % nach Hultkrantz. Die grössten Mannschaften, über 1,72 m, haben die Landschaften Härjedalen, Hälsingland, Bohuslän und die Insel Gotland gestellt, die kleinsten, mit 1,69 m, Lappland, die einzige Landschaft, die wegen Beimengung lappischen Blutes unter 1,70 m bleibt.

Die gebirgige oder ebene Beschaffenheit, hohe oder tiefe Lage der einzelnen schwedischen Landschaften scheint den Wuchs ihrer Bewohner ebensowenig zu beeinflussen wie die Wohlhabenheit;

das arme Hälsingland und Härjedalen bringt grössere Menschen hervor als das reiche Ostgotland und Schonen.

Leider hat man früher die in alten Gräbern gefundenen langen Knochen wenig beachtet; doch scheint aus den von Guldberg[30] in Norwegen gemachten Erfahrungen hervorzugehen, dass der Wuchs der vorzeitlichen skandinavischen Bevölkerung von dem der lebenden kaum verschieden war.

Es ist hier vielleicht am Platze, einige Worte über den Wert zweigipfeliger Kurven, aus denen man früher weitgehende Schlüsse auf Mischung verschiedener Rassen gezogen hatte, einzuschalten. Retzius erkennt mit Livi und Ammon[31] an, dass hierbei meist der Zufall sein Spiel treibt, und „hält es für einen Gewinn, die Wahrheit auch in solchen Fällen, wo sie unsere Kartenhäuser zerschlägt, zu ermitteln". In der Tat gibt sich eine Rassenmischung viel mehr durch Streckung und Verflachung als durch Spaltung der Kurve zu erkennen.

Ziehen wir unsere badischen Ergebnisse zum Vergleich heran, so stehen wir mit einer Durchschnittsgrösse von 1,652 m und nur 23,5 % Grossen, allerdings bei einer um ein Jahr jüngeren Mannschaft, recht tief unter Schweden. Ein Überblick über die anderen europäischen Länder lehrt, dass im allgemeinen, von einigen Inseln hochgewachsener Bevölkerung wie Oberbayern und Bosnien abgesehen, der Wuchs abnimmt, je weiter wir uns von Schweden entfernen: Norweger 1,697, Engländer 1,696 (etwas zu hoch, weil es dort keine „Wehrpflichtigen" gibt), Dänen und Schleswiger 1,692, schwedische Finnländer 1,684, Finnen 1,669, Elsass-Lothringer 1,666, Franzosen 1,654, Badener 1,652, Württemberger 1,651, Russen 1,642, Spanier 1,640, Schweizer 1,636, Italiener 1,624, Portugiesen 1,622 m. Schweden ist demnach der Ausstrahlungsmittelpunkt der Grossen in Europa.

In ähnlicher Weise wie bei uns wurde auch die Sitzgrösse und ausserdem die Armbreite gemessen. Aus diesen Massen geht hervor, dass die Schweden ziemlich langgliederig sind und dass die grössten Leute auch die längsten Arme und Beine haben. Die Armbreite ist immer etwas grösser als die Leibeslänge, im Mittel 1,764 m, Index 104.

Ehe ich nun zu den ungleich wichtigeren, von Retzius bearbeiteten Kopfmassen übergehe, möchte ich vorausschicken, dass gerade die grosse Volksuntersuchung in Schweden, dem Ge-

burtslande der Schädelmessung, für Jeden, der sehen will, die grosse Bedeutung des Längenbreitenverhältnisses als Rassenmerkmal[32] unwiderleglich dargetan hat. Welch ein Unterschied zwischen unseren nordischen Stammverwandten und den Süddeutschen, beispielsweise uns Badenern, die wir uns doch auch germanischer Abkunft berühmen! Das kann unmöglich auf Zufall beruhen.

Vor 60 Jahren schon[33] hat Anders Retzius, allerdings nur an wenigen ausgewählten Schädeln der anatomischen Sammlung, festgestellt, dass die Gestalt des Schwedenschädels eine längliche ist, indem die Breite zur Länge sich wie 773:1000 verhält (Index 77,3). Sein Nachfolger v. Düben gibt für die neuzeitliche Bevölkerung durchschnittlich 77,1, für die vorzeitliche 73,1 als Schädelindex an. Clason, der ohne genügenden wissenschaftlichen Grund zwei Arten von Schädeln (ovale und elliptische) unterscheidet, hat für Schädel aus Begräbnisstätten in der Nähe von Upsala[34] folgende Durchschnittszahlen gefunden: steinzeitliche 72,4, mittelalterliche 74,5, neuzeitliche 76,3. Er zieht daraus den nicht unberechtigten Schluss, dass die Schädelgestalt in seinem Vaterlande von der ältesten bis zur neuesten Zeit allmälig ein wenig rundlicher geworden ist. In den andern Ländern, besonders in Süddeutschland, finden wir ein wesentlich anderes Verhalten; während die Steinzeit ganz der schwedischen gleicht, gibt sich in den folgenden Zeitaltern ein wiederholtes An- und Abschwellen der Länge des Schädels zu erkennen, je nachdem Einwanderungen stattgefunden haben. Die germanische Völkerwanderung bringt dann wieder Schädel von ausgesprochenem Langbau, der sich, wie wir an den Schädelfunden aus Reihengräbern, Grüften, Beinhäusern und Friedhöfen feststellen können, von Jahrhundert zu Jahrhundert mehr und mehr verliert und in die rundliche Gestalt übergeht. Schon daraus lässt sich schliessen, dass bei uns infolge von Einwanderungen eine wiederholte Zufuhr reiner Rasse stattgefunden hat, die immer wieder in einer Mischlingsbevölkerung aufgegangen ist, während in Schweden die Rasse stets die gleiche war und man höchstens von einem spärlichen Einsickern fremden Blutes reden kann.

Sehen wir, was die neuesten Erhebungen bezüglich der Kopfform der lebenden Bevölkerung ergeben haben. Als wichtigste und während des Lebens unveränderliche Masse müssen Länge und Breite gelten, deren Verhältnis sich in dem sog. „Index“

ausdrückt und der Einteilung der gesamten Menschheit in Langköpfe (Dolichocephale, Index unter 80) und Rundköpfe (Brachycephale, Index 80 und darüber) zu grunde liegt. Da das Verhältnis der beiden Durchmesser am lebenden Kopf selbstverständlich ein anderes ist als am Schädel, bespricht Retzius auch die Art der Umrechnung des Kopf- in den Schädelindex. Obgleich ihm nach seinen eigenen Berechnungen der Abzug von zwei Einheiten „etwas zu gross" und „ungefähr 1$^3/_4$" das Richtigste scheint, obwohl er zugibt, dass derselbe bei länglichen oder runden Köpfen verschieden sein muss, bleibt er doch, da die „entstehenden Fehler im ganzen unbeträchtlich sind", bei der von Broca angegebenen Durchschnittszahl. Fürst hat sich der Mühe unterzogen, die Dicke der Kopfschwarte mittels einer geölten Nadel an 14 Leichen zu messen, und daraus den Unterschied zwischen Kopf- und Schädelindex auf 1,83 berechnet. In der abgedruckten Zusammenstellung sind jedoch einige Fehler enthalten, besonders ist der Unterschied von 3,63, welche Zahl mir sogleich auffiel, beim vierten Kopf zu gross; nach Berichtigung dieser Versehen ermässigt sich der durchschnittliche Unterschied auf 1,70. Ich kann in dieser für den messenden Anthropologen immerhin nicht unwichtigen Frage nur wiederholen, was ich in dem schon angeführten Vortrag über „Schädelmessung" gesagt habe: „Durch Untersuchungen an 19 Leichen hatte er (Broca, der zuerst sein Augenmerk auf diese Frage[35] gerichtet hat) festgestellt, dass an dem mit Hüllen umgebenen Kopf der Längsdurchmesser durchschnittlich um 0,6 cm, der Querdurchmesser um 0,8 cm, der Index um 1,68 grösser ist als am Schädel, glaubt aber, bei Vergleichungen mindestens zwei Einheiten vom Kopfindex abziehen zu müssen, während andere Anthropologen wie Topinard, Virchow, Stieda, Livi teils damit übereinstimmen, teils überhaupt keinen nennenswerten Unterschied zugeben. Die Wahrheit liegt buchstäblich in der Mitte, und es ist nur zu verwundern, dass eine so einfache Sache nicht schon früher endgiltig entschieden worden ist. Wie 1889 zuerst Ammon auf der hiesigen (Heidelberger) Naturforscherversammlung, dann in seinem Buch Die natürliche Auslese beim Menschen[36] auseinandergesetzt, kann das Verhältnis gar kein gleichmässiges sein, sondern hängt ganz vom Index ab, da ein Bruch seinen Wert ändert, wenn Zähler und Nenner um den gleichen Betrag vergrössert werden.

Während bei einem vollkommen runden Schädel eine gleichmässig dicke Weichteilhülle den Index 100 gar nicht beeinflusst, muss sie bei einem sehr schmalen, beispielsweise von Index 60, diesen erheblich vergrössern. Streng genommen muss man also, um Schädel und Kopf vergleichen zu können, die Durchmesser des ersteren um die Dicke der Weichteile verlängern und dann erst den Index berechnen. Da beim Querdurchmesser des Kopfes auf beiden Seiten die behaarte Haut und die Ausstrahlung des Kaumuskels in Betracht kommt, da ferner nach Welckers[37] Untersuchungen auch die Durchtränkung der lebenden Knochen diesen Durchmesser etwas verbreitert, müsste eigentlich für ihn etwas mehr angesetzt werden. Aus Gründen der Zweckmässigkeit habe ich aber schon vor Jahren[38] vorgeschlagen, in beiden Fällen 1,0 cm zu nehmen, was für den Längsdurchmesser wohl etwas zu viel ist, aber gerade dadurch[39] den Fehler ausgleicht. Nach dieser Berechnung entspricht einem Schädelindex von 80 ein Kopfindex von 81, und da schon v. Baer[40] diesen Index als den mittleren des gesamten Menschengeschlechts bezeichnet hat, so wird man in den meisten Fällen und besonders bei grossen Zahlen der Wahrheit am nächsten kommen, wenn man vom Kopfindex, um ihn mit dem des Schädels vergleichen zu können, eine Einheit[41] (nicht wie bisher meist zwei) abzieht; wer noch genauer sein will, kann bei Indices, die um 70 liegen, 1,5, bei solchen um 90 dagegen 0,5 abziehen, bezw. zuzählen.

In den Tabellen der „Anthropologia suecica" ist nicht der Kopfindex, sondern nach Abzug von zwei Einheiten der Schädelindex angegeben; die Bruchteile sind weggelassen.

Das sehr bemerkenswerte Gesamtergebnis, unter 45 000 Landwehrleuten 87 % Langköpfe (Index unter 80, darunter 30 % echte Dolichocephale mit Index unter 75) und nur 13 % Rundköpfe (Index 80 und darüber), weicht erheblich von unserm badischen ab, 11 % Langköpfe (darunter nur 0,4 % echte Dolichocephale) gegen 89 % Rundköpfe. Das Verhältnis ist also gerade umgekehrt. Dabei ist aber zu bemerken, dass auch bei uns, wenn wir die nördlichen Landesteile in die Berechnung einbezogen hätten, eine etwas grössere Zahl von Langköpfen herausgekommen wäre. Auch in Schweden verhalten sich die einzelnen Gegenden nicht gleichmässig: acht Landschaften, die ziemlich die Mitte des Landes einnehmen, haben unter 10 % Rundköpfe und

über 30 % echte Dolichocephale; darunter ragt Dalsland hervor mit nur 5 % Rundköpfen und 45 % echten Dolichocephalen. In Lappland macht sich mit 24 % Rundköpfen die Nachbarschaft der fremdrassigen oder mischblütigen Lappen und Finnen bemerkbar. „Quer durch das mittlere Schweden läuft ein breites Band“ ausgesprochener Langköpfigkeit, während nach Norden wie nach Süden zu die Rundköpfe zunehmen. Fünf farbige Karten machen das Verhältnis sehr anschaulich.

Der durchschnittliche Kopfindex in Schweden ist 77,85, in Baden 84,14 oder nach Ausgleichung der verschiedenen Messungsarten 83,67, ein Unterschied von nahezu sechs Einheiten, der allerdings aus den erwähnten Gründen wohl etwas zu gross[42] sein dürfte. Der rassenhafte Langbau des Schädels prägt sich besonders im Längsdurchmesser aus, der in Schweden sehr beträchtlich ist, in allen Landschaften über 19 cm, im Durchschnitt 19,29 cm, gegen 18,28, bezw. 18,38 cm in Baden, d. h. um nahezu 1 cm grösser. Für 63 von Ecker und mir[43] gemessene männliche Schädel aus südwestdeutschen Reihengräbern habe ich eine mittlere Länge von 18,8 cm berechnet; führen wir durch Abzug der durch die Versuche dreier Anatomen ermittelten Durchschnittszahl von 0,77 cm die schwedische und die badische Kopflänge auf die des Schädels zurück, so erhalten wir 18,52 und 17,61 cm; die erstere ist also seit der altgermanischen Zeit ziemlich die gleiche geblieben, die letztere um mehr als 1 cm zurückgegangen. All das lässt sich nur durch eine bei uns sehr bedeutende, in Schweden dagegen kaum merkliche Rassenmischung erklären.

Da die Breite der schwedischen Köpfe nur wenig hinter der der badischen, 15,10 und 15,38, zurückbleibt, so ist das Runderwerden des Schädels in Süddeutschland hauptsächlich auf eine Verkürzung desselben, die den Hohlraum nicht vergrössert haben kann, zurückzuführen.

Seit der Steinzeit hat sich die Schädelgestalt der Bevölkerung von Schweden kaum geändert. Für die drei Vorzeitalter berechne ich aus 117 in „Crania suecica antiqua“ beschriebenen Schädeln einen mittleren Index von 75,2, und ziehen wir von dem Kopfindex von 77,8, um ihn in den Schädelindex zu verwandeln, 1,25 ab, was für diese Kopfform der Wahrheit ziemlich nahe kommen wird, so erhalten wir 76,6; der Index hat also seit Jahrtausenden um wenig mehr als eine Einheit sich erhöht. Welch ein Unter-

schied gegen Süddeutschland! Nach Ausgleichung der verschiedenen Messungsarten ergibt sich für 70 von Ecker und mir untersuchte Schädel[44] ein mittlerer Index von 73,8, das ist um ungefähr neun Einheiten weniger als der Schädelindex 82,7 (nach Abzug von 1,0, was für diese Form annähernd das Richtige) der jetzt lebenden badischen Bevölkerung; da die deutschen Alpenländer noch höhere Indices aufweisen, beträgt hier der Unterschied zehn und mehr Einheiten. In Böhmen, das allerdings jetzt grösstenteils von Slaven bewohnt wird, hat sich der Index seit der Markomannenzeit von 74 auf 86, also um zwölf Einheiten, erhöht.

Ein vergleichender Überblick über die andern europäischen Länder lehrt wieder, dass von Schweden aus die Langköpfigkeit nach allen Seiten hin abnimmt, besonders nach Osten und bis zu den Alpen; im Süden und Westen unseres Weltteils liegen die Verhältnisse etwas anders, denn hier kommen wir in das Verbreitungsgebiet (ein Mittelpunkt lässt sich nicht finden) der ebenfalls langköpfigen Mittelmeerrasse (Homo mediteraneus). Der Kopfindex beträgt in England 77,8, schwedisch Finnland 77,9, Spanien 78,2, den Ostseeprovinzen 78,5, Westfinnland (Tawastland) 78,9, Norwegen ungefähr 79, Ostfinnland[45] (Karelien) 80,8, Österreich 82,5, Belgien 83,1, Luxemburg 87,4, Frankreich 83,5, Kleinrussland 84,0, Polen 84,4, Tirol 84,8, Grossrussland 85,4, Bosnien 85,7, Rumänien 86,2, Böhmen 86,3 und in Pamir, auf dem „Dache der Welt“, wo manche Leute noch heute den Ursprung der Arier suchen, 87.

Eine Erscheinung, die bei uns in Baden, wenn auch nicht sehr ausgesprochen und nicht in allen Landesteilen, sich bemerkbar gemacht hat, ist in Schweden noch deutlicher hervorgetreten, nämlich die Neigung des Langbaus des Schädels, sich mit hohem Wuchs zu verbinden, was Ammon „das Gesetz der Langköpfigkeit der Grossen“ genannt hat. Unter der grossen (1,70 m und darüber) schwedischen Mannschaft befinden sich 62,8 % echte Dolichocephale (Index unter 75), unter der kleinen nur 31,2 %. Ganz ähnliche Beobachtungen hat auch Zograf[46] in Russland gemacht. Er sagt: „Die sehr seltenen Fälle reiner Dolichocephalie (4 unter 191 Mann des Gouvernements Wladimir) wurde nur bei Grossen angetroffen, und im Gouvernement Kostroma zeigte sich die merkwürdige Tatsache, dass unter den Grossen 15 % Dolichoide, 12 % Meso- und 73 % Brachycephale waren, während umgekehrt

bei den Kleinen gar keine Dolicholoiden, nur 2 % Meso-, dagegen 98 % Brachycephale sich fanden.“ Collignons Ergebnisse[47] waren entsprechend, wenn auch nicht so augenfällig, und Weisbach kam bei seinen Untersuchungen der Salzburger[48] zu dem Schlusse: „Die Männer dolichoider Kopfgestalt sind immer höheren Wuchses als die Brachycephalen.“ Ammon ist dadurch auf den zweifellos richtigen Gedanken gekommen, „dass die Grösse und Langköpfigkeit des nordeuropäischen Typus einerseits und die Kleinheit und Rundköpfigkeit des alpinen Typus anderseits noch jetzt mit einer gewissen Bevorzugung zusammen vererbt werden, trotz der vielfachen Kreuzungen“. Weitergehende Schlüsse darf man aber nicht ziehen, ein anderer ursächlicher Zusammenhang fehlt, und ein Gesetz, wie es Welcker[49] aus den zufälligen Befunden an der kleinen Zahl von 15 Schädeln glaubte ableiten zu dürfen, dass nämlich nach der Grösse geordnete Skelette „zugleich geordnet sind nach den Graden ihrer Brachy- und Dolichocephalie“, gibt es nicht. Gerade die grössten Menschen, Patagonier und Bosnier (letztere durchschnittlich 1,72 cm gross bei Index 85,7), sind ausgesprochene Rundköpfe; obgleich die vorgeschichtlichen Bewohner von Bosnien langköpfig[50] waren und auch die später einwandernden Slaven ursprünglich der nordeuropäischen Rasse[51] angehörten, haben hier doch besondere Mischungsverhältnisse und Lebensbedingungen zusammengewirkt, die Langköpfigkeit zu verdrängen, den hohen Wuchs dagegen zu erhalten, bezw. zu begünstigen. Dass das Verhältnis in Italien sich umkehrt, darf uns nicht wundern, denn hier gehört die Mehrheit der Bevölkerung der Mittelmeerrasse (Homo mediterraneus) an, die zwar langköpfig, aber klein ist.

Das Gesicht ist, wie schon erwähnt, nur in den beiden Landschaften Dalarne und Västmanland von Retzius gemessen (Jochbogenbreite und Höhe vom Kinn bis zur Nasenwurzel), in den übrigen von den andern Beobachtern nur geschätzt (länglich oder rund) worden. Darnach hätten die geschätzten Landschaften $^4/_5$, die gemessenen dagegen nur $^1/_4$ längliche Gesichter aufzuweisen, Ergebnisse, die schwer zu vereinigen sind und vorläufig noch keine sicheren Schlüsse zulassen. Wie schon der ältere Retzius lege auch ich auf die Gesichtsbildung als Rassenmerkmal weniger Wert. Die Rasse von Cro-Magnon (Homo priscus), von der die nordeuropäische (Homo europaeus Linné) abstammt, hat wegen

der stark ausgebildeten Kiefer ein zwar breites, aber durchaus nicht kurzes[52] Gesicht mit ziemlich schmaler Nase. Bei der mit der zunehmenden Gesittung Hand in Hand gehenden Rückbildung der Kiefer verschmälerte sich auch das Gesicht, blieb aber bei gewissen bäuerlichen, schwer arbeitenden und in mancher Hinsicht dem Urzustande noch näherstehenden Bevölkerungen etwas breiter. Eine besondere langköpfige und breitgesichtige Rasse anzunehmen, wie sie z. B. von Kollmann[53] vorausgesetzt wird, ist nicht geboten.

Auch die von Fürst behandelten Farbenmerkmale bieten des Beachtenswerten genug. Die Schweden gehören zu den hellfarbigsten Völkern: „eigentlich braune Haut kommt in unserm Lande gar nicht vor". Die feineren Schattierungen gleichmässig zu beurteilen und scharf zu unterscheiden, wäre einer grösseren Zahl von Beobachtern gar nicht möglich gewesen; daher ist die Haut in die Fragebogen nicht aufgenommen. In eingehender Weise wird die Frage des Nachdunkelns behandelt, da Pfitzner[54] behauptet hatte, um zwei Bevölkerungen mit einander vergleichen zu können, müsse man Leute von 40—50 Jahren untersuchen, denn erst in diesem Lebensalter hätten die Haare ihre endgiltige Färbung erreicht. Es ist nun zweifellos richtig und durch die Untersuchungen des Strassburger Anthropologen bestätigt, dass die hellen Haare mit den Jahren immer dunkler werden; ebenso sicher ist es aber auch, dass die dunkeln Haare schon im Jünglingsalter ihre dauernde Farbe erlangt haben und im reiferen Mannesalter zu ergrauen, bezw. zu bleichen beginnen. Dieses Alter eignet sich also ebensowenig wie das kindliche, in dem die Farbstoffablagerung noch nicht beendet ist, zu anthropologischen Untersuchungen. Auch sind schon aus äusseren Gründen reife und selbständige Männer für solche Zwecke nicht zu haben, während der Heeresdienst die jungen Leute zusammenführt und einem höheren Willen unterwirft. Wehrpflichtige und Soldaten werden daher immer den geeignetsten und zugänglichsten Stoff für grössere Untersuchungen abgeben. Das späte und langsame Nachdunkeln ist ja gerade ein Merkmal der nordischen Rasse; viele Schweden behalten bis ins hohe Alter gelbe Haare, die dann unmittelbar die weisse Greisenfarbe annehmen. Dass die Regenbogenhaut, wie Pfitzner meint, während des Lebens unverändert bleibe, ist nicht richtig; auch sie dunkelt, wie Jeder an seinen eigenen Kindern beobachten kann, nach. Sogar die Negerkinder

kommen mit rötlicher Haut und hellen Augen zur Welt, nehmen aber sehr rasch — das ist eben auch eine Rasseneigentümlichkeit — die dunkle Färbung an.

Da sich das blaue Auge vom grauen weniger durch die Farbstoffmenge — beide sind arm an Farbstoff — als durch Brechungsverhältnisse und grössere oder geringere Durchsichtigkeit der Regenbogenhaut unterscheidet, haben die schwedischen Forscher recht daran getan, beide Farbenstufen unter der Bezeichnung „helle Augen" zusammenzufassen. Das empfiehlt sich auch schon aus Zweckmässigkeitsgründen; denn die Farben „blau, stahlblau, wasserblau, blaugrau, graublau, grau" sind selbst von einem einzelnen Beobachter bei gleicher Beleuchtung schwer auseinanderzuhalten. Die „grünen" oder „gemischten" Augen mit ihren dunklen Einsprengungen auf hellem Grunde lassen sich dagegen leicht von den durchaus hellen wie von den gleichmässig dunkeln unterscheiden. In Schweden wie bei uns ist das „gemischte" Auge wohl in den meisten Fällen auch ein Mischlingsauge; es ist aber anzunehmen, dass auch ohne Blutmischung, allein durch Veränderung der äusseren Verhältnisse, Aufhellung oder Verdunkelung der Regenbogenhaut in ähnlicher Weise vor sich gehen würde, indem einzelne Stellen derselben zuerst den Farbstoff verlieren oder aufnehmen.

Helle Augen hatten von den schwedischen Wehrpflichtigen rund 30000 Mann, d. i. 66,7 %, darunter rein blaue 47,4 % und graue 19,3 %. Rein braune Augen kamen nur bei 1970 Mann, d. h. 4,5 % vor; die übrigen 28,8 % fallen auf die gemischten. Unsere badischen Zahlen weichen hiervon nicht erheblich ab (64,5 % helle, darunter 41,3 % blaue, und 12,6 % braune Augen), doch haben die Schweden mehr rein blaue, wir dagegen dreimal so viel braune Augen. Blond (gelbe und aschfarbene Haare vereinigt) waren 75,3 %, drei Viertel der schwedischen Mannschaft, braun 21,6 %, rot 2,3 % und schwarz nur 0,8 %; bei den Haaren macht sich also ein grösserer Unterschied bemerklich, da wir nur 41,6 % blonde und 1,7 % rote, dagegen 37,7 % braune und 18,0 % schwarze haben. Die Roten sind nach Fürsts Meinung zu den Blonden zu rechnen, und es ist möglich, dass in Schweden mehr als im Süden eine goldene, ins Rötliche spielende Haarfarbe vorkommt. Bei uns, und gewiss zumteil auch im Norden, ist das rote Haar entschieden ein Mischlingsmerkmal, das besonders dann beobachtet wird, wenn ein Elternteil schwarz, der

andere hell ist. „Die von manchen Anthropologen beliebte Vereinigung mit den blonden“, sagt auch Ammon, „halten wir für unzulässig, denn die blonden Haare stellen im ganzen eine viel weniger gemischte Klasse dar als die roten.“ Meistens sind die roten Haare mit weisser Haut, die sich aber leicht fleckig bräunt (Sommersprossen), und blauen Augen verbunden, glücklicherweise, denn die seltene Verbindung brauner Augen mit roten Haaren wirkt entschieden unschön. Sicher ist, dass diese Haarfarbe grosse Neigung hat, sich zu vererben, so dass man in Schweden ganze „Geschlechter“ von Rotköpfen und sogar „rote Gegenden“ beobachten kann. Mehr als die Hälfte, 54,4 %, der Bevölkerung hat dort zugleich helle Augen und lichte Haare, bei uns nur 33 %. Umgekehrt ist das Verhältnis in Italien: 10,3 % helle und 69,1 % braune Augen, 8,2 % lichte und 31,1 % schwarze Haare. Baden nimmt, was auf drei Farbenkreisen sehr anschaulich dargestellt ist, eine vermittelnde Stellung ein. Das Verhältnis der gemischten Augen ist ein von Norden nach Süden fallendes, 28,8, 22,9 und 20,6 %, was wohl so zu erklären ist, dass in Schweden ein dunkeläugiger Grundstock gar nicht vorhanden ist und vereinzelte Einwanderer mit braunen Augen meist sofort durch Blutmischung in der helläugigen Urbevölkerung sich verlieren. Zu den hellsten Landschaften, mit 60 %, gehören Dalsland und Westgotland, die dunkelste, mit 37 % wegen der Nachbarschaft der fremdrassigen Lappen, ist Lappland.

Sehr zu beachten ist, was Fürst über die Wirkung der Ein- und Auswanderung sagt: „Weil unser Land wahrscheinlich relativ mehr hell als jedes andere Land hat, so ist anzunehmen, dass wir bei der Auswanderung überwiegend helle Elemente verlieren und bei der Einwanderung dunkle erwerben. Also wird unser heller Stamm ganz gewiss beiderseits bedroht, d. h. für unser Volk steht eine, wenn auch langsame, Farbenverdunkelung in Aussicht.“ Daran ist nicht zu zweifeln; dass aber trotzdem Schweden heute immer noch das hellste Land[55] ist, das beweist eben, dass es ein anderes Verbreitungszentrum für hellfarbige Menschen nicht gibt und dass seit der Urzeit die Auswanderung immer viel stärker war als die Einwanderung.

Die Verbindungen und Wechselbeziehungen der Merkmale sind von beiden Herausgebern gemeinsam bearbeitet worden. So deutlich ein Zusammenhang zwischen hohem Wuchs und Lang-

köpfigkeit hervortritt, so wenig ist ein solcher bei den Farben und dem Knochengerüste zu bemerken: die verschiedenen Farben und ihre Verbindungen sind, wie auch bei uns, ziemlich gleichmässig auf alle Grössenstufen und Kopfformen verteilt.

Von ganz besonderer Bedeutung in dieser Hinsicht ist die Verbindung derjenigen Merkmale, deren Vereinigung als Kennzeichen der „germanischen Rasse“ (besser, wie schon auseinandergesetzt, rein naturwissenschaftlich als „nordeuropäische“, Homo europaeus Linné, bezeichnet) betrachtet wird, der echten Dolichocephalie (Index unter 75), der Hellfarbigkeit (helle Augen und lichte Haare) und des hohen Wuchses (1,70 m und darüber). Solcher völlig rassenreiner Germanen finden sich in ganz Schweden mehr als zehn vom Hundert, 10,7 %, am meisten in den Landschaften Dalsland 18,3 %, Södermanland 16,2 %, Härjedalen 16,0 % und Dalarne 14,7 %, am wenigsten wieder in Västerbotten und Lappland, 4,9 und 5,1 %. Die Farben der Karte XIII zeigen deutlich, dass die reine Rasse in der Mitte und im Innern des Landes, „nach der norwegischen Grenze zu, im Gegensatz zu dem Küstenlande“, am besten gegen das Eindringen fremden Blutes geschützt war.

Damit kann sich kein anderes Land unseres Weltteils vergleichen. Obwohl die Germanen, wie aus den Berichten der Augenzeugen und aus den Grabfunden hervorgeht, zurzeit der Römerkriege und der Völkerwanderung noch von reiner, oder doch nahezu reiner Rasse waren, konnten sie trotz aller Abneigung gegen Blutmischung in den eroberten Ländern auf die Dauer die Reinheit ihres edlen Blutes nicht bewahren. Auch wo ihre Sprache die Oberherrschaft behalten hat, ist die von den Alten angestaunte Einheitlichkeit der äusseren Erscheinung (habitus quoque corporum, quamquam in tanto hominum numero, idem, Tac. Germ. 4) dahin.

Das Vorkommen des äussersten „Gegensatzes“, d. h. die Vereinigung der Merkmale der rundköpfigen Rasse (Homo brachycephalus, den man in Mitteleuropa auch Homo alpinus nennen kann), rundlicher Schädelbau, dunkle Farben, untersetzte Gestalt, ist in Schweden sehr selten, nur 0,14 %, obwohl im nördlichen Teil des Landes etwa 7000 Lappen wohnen.

In Baden haben wir unter 6800 Mann nur 57 gefunden, die „blauäugig, blond, weisshäutig, langköpfig und mindestens 1,70 m gross sind“; von unserem Volke gehören also nur 0,88 oder nach

Ammons Umrechnung, da „wir die Grenze der Langköpfe zu weit ausgedehnt haben“, sogar nur 0,56 % der nordeuropäischen. der Rasse der germanischen Eroberer an. Diese Zahlen sind zwar mit den schwedischen nicht ohne weiteres zu vergleichen, weil die 6800 Mann aus den angeführten Gründen kein genaues Bild der ganzen Bevölkerung geben, weil wir nur die blauen, nicht alle hellen Augen zu grunde gelegt, dagegen als „Langköpfe“ nicht nur die echten Dolichocephalen (mit Index unter 75) sondern auch die Mesocephalen (mit Index unter 80) angesehen haben, weil endlich in Schweden der Schädelindex. bei uns aber der Kopfindex berechnet ist. Diese verschiedenen Abweichungen werden sich aber wohl gegenseitig nahezu ausgleichen, so dass wir schliesslich doch wieder auf die Zahlen 0,5 (bei 0,4 % echten Dolichocephalen) gegen 10,7 % zurückkommen; während also von hundert Schweden zehn von rein germanischer oder nordeuropäischer Rasse sind, entspricht bei uns von 200 Menschen kaum einer der gleichen Anforderung. Die reine rundköpfige Rasse ist bei uns auch nicht viel stärker vertreten als in Schweden, 0,39 gegen 0,14 % dagegen besteht unsere Bevölkerung fast durchweg aus Mischlingen.

Ammon und Fürst sprechen beide von einem „Block“ reiner nordeuropäischer Rasse, der allmälig durch Blutmischung zersplittert würde: in Baden habe dieser Block ursprünglich aus zwei Dritteln, in Schweden aus 85 % der Bevölkerung bestanden. Dass er bei uns infolge einer seit anderthalb Jahrtausenden wirksamen Rassenkreuzung mit einer fremdrassigen, übrigens durchaus nicht mehr einheitlichen, sondern aus Mischlingen bestehenden Urbevölkerung bis auf die dürftigen Trümmer von ½ % zusammengeschmolzen ist, lässt sich begreifen; es ist sogar anzunehmen, dass auch diese nicht von reinrassigen Vorfahren abstammen, sondern nur zufällig durch Erbschaft und Rückschlag die auseinander gesprengten Merkmale der Stammrasse wieder vereinigt haben. In Schweden dagegen könnte, wenn seit Jahrtausenden in ähnlicher Weise eine wahllose Mischung stattgefunden hätte, von dem germanischen Block nicht ein völlig unangegriffener Kern von einem Zehntel der Bevölkerung übrig geblieben sein. Hier muss, wie auch Fürst anzunehmen geneigt ist, der Vorgang sich etwas anders gestaltet haben. Die stetig, aber nur in geringer Menge, gewissermassen tropfenweise eindringenden fremden Bestandteile[56] wurden zuerst vollständig aufgesaugt und

gleichartig gemacht; erst als mit dem zunehmenden Weltverkehr die Einwanderung stärker und stärker wurde, konnte die Rasse der Ureinwohner nicht mehr mit ihr fertig werden, und es begann sich eine Mischlingsbevölkerung zu bilden. Gehen die Dinge so wie bisher weiter, so besteht, da die Einwanderer wohl meist dunkler sein werden als die Einwohner und Auswanderer, die Gefahr, dass der rassenreine Kern immer kleiner wird und ein allgemeines Dunklerwerden der Bevölkerung eintritt. Wenn auch in den Nachkommen aus der Verbindung eines Weissen mit einer Schwarzen noch nach mehreren Geschlechterfolgen das Negerblut sich bemerklich macht, so wird es sich doch allmälig, wenn kein neues dazu kommt, verlieren. So überwindet auch die mächtige Vererbungskraft einer rein gezüchteten, lebenskräftigen Rasse geringe fremde Bestandteile, die sich vollkommen einfügen und nicht, wie Ammon vorauszusetzen[57] scheint, ein Pfahl im Fleisch bleiben und immer wieder durchschlagen.

Das durch eine deutsche Übersetzung der Vergessenheit entrissene und weitverbreitete Buch Gobineaus über „Die Ungleichheit der Menschenrassen" hat zunächst, da die grosse Mehrzahl der Leser die darin enthaltenen Irrtümer[58] von der Wahrheit nicht zu scheiden vermochte, mehr Unheil gestiftet als Gutes gewirkt: wie Pilze nach dem Regen sind zahlreiche andere Rassenbücher entstanden, deren Verfasser meist nicht einmal über den Grundbegriff „Rasse" im klaren waren und daher unter ihrem, zum Teil sehr ausgedehnten und begeisterten Leserkreis, statt Aufklärung nur Verwirrung verbreitet haben. Um so freudiger dürfen wir daher das schöne, wahrhaft wissenschaftliche Rassenwerk begrüssen, dessen hochbedeutender Inhalt weiteren Kreisen allerdings erst mundgerecht gemacht werden muss. Es hat nicht nur aufs neue allen Zweifeln gegenüber die Wichtigkeit der durch zwei Handgriffe leicht festzustellenden Schädelgestalt dargetan, es hat auch über die Verbreitung der Rassen in unserem Weltteil sehr bemerkenswerte, wir dürfen sagen entscheidende, Aufschlüsse gegeben. Wohl wäre es sehr wünschenswert, wenn auch in den Nachbarländern, Norwegen, Dänemark und besonders Norddeutschland, derartig umfassende, freilich auch mühsame, zeitraubende und kostspielige Volksuntersuchungen angestellt würden, viel Neues könnten sie aber, ausser einer genaueren Abstufung der Mischungsverhältnisse, nicht mehr bringen. Das Verbreitungs-

zentrum der nordeuropäischen Rasse, die wir auch „germanisch“ nennen dürfen, ist durch das grossartige, nun glücklich zu Ende geführte schwedische Unternehmen unzweifelhaft festgestellt. Dass die geschichtliche Überlieferung mit diesem auf rein naturwissenschaftlichem Wege erreichten Endergebnis vollständig übereinstimmt, dient beiden zur Bekräftigung. Die Auswanderung aller Germanen aus der skandinavischen Halbinsel — ich stehe nicht an, dies immer aufs neue zu wiederholen — ist eine geschichtliche Tatsache[59] und bildet den wertvollsten, leider aber aus Vorurteil oft noch übersehenen oder absichtlich verschwiegenen Inhalt der mit so grossen Mühen und Kosten gesammelten und herausgegebenen Monumenta Germaniae. Nur auf dieser, ihrer natürlichen Grundlage wird die deutsche Geschichte verständlich, kann das über unsern Anfängen ruhende Dunkel erhellt, die lange vermisste Brücke zur Vorgeschichte geschlagen werden. Damit ist die Voraussagung Eckers, dass die Anthropologie die „vornehmste Hilfswissenschaft der Geschichte“ werden müsse, in Erfüllung gegangen, und ich freue mich, bei dieser Gelegenheit unserem Landsmanne und meinem verehrten Lehrer, einem der scharfsinnigsten Anthropologen, einige Worte der Dankbarkeit und der Anerkennung widmen zu dürfen. Vor bald 40 Jahren schon, als mit Ausnahme von zwei oder drei Predigern in der Wüste alle Welt noch an unsere Herkunft aus Asien glaubte, war er auf grund seiner Vergleichung unserer Reihengräberschädel mit schwedischen der Wahrheit sehr nahe gekommen. „Die Franken“, sagt er,[60] „sind ein Bestandteil des grossen von Norden kommenden Völkerstammes, der mit gewaltigem Stoss das mächtige römische Reich zertrümmerte .... und damit stimmt auch überein, dass die alten Wohnsitze der Alemannen ebenfalls an der Nord- und Ostsee lagen und dass sie sich erst im Laufe der Zeit gegen Süden und Westen bewegten ... dass ihre Schädelform, die noch heute im skandinavischen Zweig des deutschen Stammes (der „in seinen alten Wohnsitzen“ und daher „unvermischt“ geblieben) erhaltene dolichocephale ist.“ Da die andern sprach- und stammverwandten Völker mit den Germanen auch durch ihre leiblichen Merkmale im innigsten Zusammenhang[61] stehen, so muss ihre Urheimat mit der unsrigen zusammenfallen, und damit ist die berühmteste Streitfrage[62] der alten Geschichte und Völkerkunde endgiltig entschieden.

Anmerkungen.

[1] Vergl u. a meine Abhandlungen „Stammbaum und Ausbreitung der Germanen", Bonn, P. Hanstein, 1895, und „Wanderungen der Schwaben", Beilage zum Staatsanzeiger für Württemberg Nr 7—10, 1902. — Die angeführten Stellen finden sich bei Ermoldus Nigellus (carm. in hon. Hludovici, IV 13), Goldastus (Rerum suevicarum scriptores aliquot veteres, Frankfurt 1605) und Stumpff (Chronik IV 9, Zürich 1548). — Die Einheit der Namen „Schweden" und „Schwaben" (aschw. Sväethiud, an. Svithiod = Sueothiuda, Schwabenvolk) habe ich zuerst im Jahr 1890, Ausland No. 46 und 47, nachgewiesen.

[2] Zur Anthropologie der Badener. Im Auftrage der Kommission bearbeitet von Otto Ammon. Mit 24 in den Text gedruckten Figuren und 15 Tafeln in Farbendruck. Jena, G. Fischer, 1899.

[3] Gesamtbericht im Archiv für Anthropologie XVI, 1886.

[4] So die Untersuchungen von Meisner über die Körpergrösse der Wehrpflichtigen in Mecklenburg und den Elbherzogtümern (Archiv f. Anthr. 1891) und von Schliz an Schulkindern im Oberamt Heilbronn (in einigen Dörfern war auch ich beteiligt; Bericht auf der Anthropologenversammlung in Lindau, 1899).

[5] Anthropologia suecica. Beiträge zur Anthropologie der Schweden, ausgearbeitet und zusammengestellt von Gustaf Retzius und Karl M. Fürst. Mit 130 Tabellen, 14 Karten und 7 Proportionstafeln in Farbendruck, vielen Kurven und anderen Illustrationen. Deutsche Ausgabe. Stockholm 1902.

[6] Finska Kranier etc., skildrade af Gustaf Retzius, Stockholm 1878. — Vergl. auch die Beiträge Sur l'étude craniologiques des races humaines und Caractères ethniques des races finnoises im Compte rendu des 7. internat. Anthropologenkongresses von 1874, Stockholm 1876.

[7] Nach der schwedischen Wehrverfassung besteht das Heer aus einem kleinen Stamm angeworbener (värfvade) oder eingeteilter (indelta) Mannschaft und der Landwehr (beväring), die im Sommer zu einer 90tägigen Übung einberufen wird.

[8] Vergl. z. B. das absprechende, aber etwas zu weitgehende Urteil von Gumplovicz in dem Aufsatz „Anthropologie und natürliche Auslese", Polit.-anthrop. Revue I, 2.

[9] Crania suecica antiqua. Beschreibung schwedischer Vorzeitschädel (117) aus der Steinzeit, dem Bronze- und Eisenalter u. s. w. von Gustaf Retzius. Mit 100 Tafeln in Lichtdruck. Stockholm, schwedische Ausgabe 1899, deutsche 1900.

[10] Om den germaniska ras-typen. Rede bei der Niederlegung des Vorsitzes in der k. Akademie der Wissenschaften gehalten von Gustaf Retzius. Stockholm 1901. — Von mir in der Naturwissenschaftlichen Wochenschrift N. F. I, 29 besprochen.

[11] Das kommt davon her, dass in Schweden, wie auch in den Elbherzogtümern erst im vorigen Jahrhundert Familiennamen eingeführt wurden und das Christentum mit wenigen Heiligennamen die unerschöpfliche Fülle der heidnischen verdrängte.

[12] Centralblatt für Anthropologie II, 1 und L'Anthropologie VII, 6. Der Längsdurchmesser verkürzt sich in der Horizontalen durchschnittlich um 1,0 mm, was selbstverständlich bei runden Köpfen den Index etwas mehr beeinflusst. Ob, wie Ammon glaubt annehmen zu dürfen, der Längenunterschied bei mittleren Köpfen geringer ist als bei länglichen und runden, scheint mir nicht ganz sicher.

[13] Anthropologie der Badener, S 125/6. „Das grüne Auge verrät durch seine Farbenzusammensetzung seinen Charakter als Mischlingsauge, denn es ist fast nie einfarbig grün, sondern meist aus braunen, sternförmigen Strahlen, die vom Pupillenrand ausgehen, und aus blauen oder grauen Sektoren, die vom Ciliarrand hineinreichen, zusammengesetzt."

[14] Manche Anthropologen, z. B. Livi, unterscheiden nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch auch schwarze (neri) Augen, doch ist, auch bei den farbstoffreichsten Rassen, die Regenbogenhaut nie rein schwarz.

[15] Congrès Internat. d'anthrop. à Stockholm 1874, Compte rendu.

[16] Nyström, Archiv f. Anthropologie XXVII, hat dies auf Grund von angeblich 500 Untersuchungen behauptet. Da aber der übrige Inhalt der Abhandlung „Über die Formveränderungen des menschlichen Schädels und deren Ursachen" entschieden verfehlt ist, der Verfasser in seiner Heimat auch nicht im Rufe eines zuverlässigen Forschers steht, müssen weitere einwandfreie Untersuchungen abgewartet werden. — Wie viele Deutsche am Ende des dreissigjährigen Krieges in den schwedischen Heeren gedient haben, geht u. a aus einer Taufkanne der Kirche von Altenheim a. Rh. hervor, die laut Inschrift im Jahre 1649 von vier „schwedischen Dragonern, M. Bohn, Fendrich, G. Kratz, Korporal, H. Ohrdorff, R. Schuhmann" (lauter deutsche Namen) zu „immerwährendem Gedächtnus" gestiftet worden ist.

[17] Undersögelser af archaeologisk materiale etc., Aarböger f. nord. oldkyndighed 1891. — Die Untersuchungen sind auch sonst sehr lehrreich.

[18] Verhandlungen des 7. Internat. Geographenkongresses. Berlin, London, Paris 1901.

[19] Vergl. u. a. meinen Aufsatz „Germanische Rasse" in der Deutschen Zeitschrift, II-6, 1900.

[20] Naturwissenschaftl. Wochenschrift, N. F. I 10, 1901.

[21] In bezug auf Einwanderungen sagt der schwedische Forscher: „Aus der Untersuchung der zugänglichen Vorzeitschädel geht hervor, dass in den genannten Zeitaltern Einwanderungen neuer Rassenbestandteile in irgend erheblichem Masse nicht stattgefunden, dass vielmehr die nämlichen Rassen Schweden in der ganzen uns bisher bekannten Vorzeit bewohnt haben; dem kann man das Urteil beifügen, dass die heutige Bevölkerung in ihren Grundbestandteilen unmittelbar von dem Vorzeitvolke abstammt, wenn auch im Laufe der Zeiten das Eindringen fremden Blutes nicht ganz zu vermeiden war."

[22] So besonders „Herkunft und Urgeschichte der Arier“, Heidelberg, Hörning, 1899. — Vergl. auch meine auf M. Muchs „Heimat der Indogermanen“ sich beziehende Auseinandersetzung in den Mitteilungen der Wiener Anthr. Gesellschaft, XXXII 5/6, „Gehört Dänemark mit zur Urheimat der Arier?“

[23] Statistics, medical and anthropological, compiled under direction of the secretary of war. New-York 1875.

[24] Sessions-undersögelsernes og recruterings-statistikens betydningen for videnskaben og staten. Kristiania 1875.

[25] Die Körpergrösse der Wehrpflichtigen im Grossherzogtum Baden in den Jahren 1840—1864, Karlsruhe 1894.

[26] Om svenskarnes kroppslängd, Ymer 1896. — Antropologiska undersökningar å värnpligtige, Tidskrift för militär hälsovård XXII, 1897. — Über die Körperlänge der schwedischen Wehrpflichtigen, Centralblatt für Anthropologie, I 4, 1896.

[27] Archiv für Anthropologie IX, 1876.

[28] Redogörelse för den hygieniska undersökningen, Stockholm 1885.

[29] Wenn wir annehmen, dass die 21jährige Mannschaft noch nicht ausgewachsen ist und die höheren Stände noch grösser sind, ergibt sich für die Schweden das sehr beträchtliche Durchschnittsmass von 1,72 m.

[30] Anatomisk-antropologiske undersögelser af de lange extremitet — knokler fra Norges befolkning i oldtid og middelalder. Videnskabsselskabets skrifter I. Kristiania 1901.

[31] Antropometria militare, Roma 1896. — Antropometria, Milano 1900. — Zur Anthropologie der Badener, Jena 1899.

[32] Im berechtigten Widerspruch gegen die Auswüchse und Übertreibungen der Schädelmessung sind einige Anthropologen zu weit gegangen und haben das Kind mit dem Bade ausgeschüttet. Vergl. meinen Vortrag „Geschichte und Bedeutung der Schädelmessung“, Vrhdl. d. naturhist.-med. Vereins zu Heidelberg, N. F. VI 5.

[33] Om formen af Nordboernes Cranier, Stockholm 1842.

[34] Om ett fynd af mennisko-skeletter etc. Läkareförenings förhandlingar, N. F. II, Upsala 1896/7.

[35] Bulletins de la Soc. d'Anthr. de Paris, 2s III, 1868. — Auf den Unterschied zwischen länglichen und runden Köpfen hat Broca nicht geachtet.

[36] Jena, G. Fischer, 1893.

[37] Wachstum und Bau des menschlichen Schädels. Leipzig 1862.

[38] Badische Schädel, Archiv für Anthropologie XXI.

[39] Insofern als ein Abrundungsfehler beim Querdurchmesser viel mehr ins Gewicht fällt. Setzen wir nach den Leichenversuchen von Welcker (10), Broca (6), Fürst (7,3) die durchschnittliche Dicke der Weichteile im Längsdurchmesser gleich 7,7 mm, im Querdurchmesser (9,5, 8, 9) gleich

8,8 mm, so würde beispielsweise ein 20 cm langer und 16 cm breiter Kopf mit Index 80 einen Schädelindex von 78.6 haben, mit meiner Abrundnng dagegen von 78.9, ein sehr geringfügiger Unterschied.

[40] Crania selecta, Petersburg 1859.

[41] In einer Anmerkung auf S. 94 der „Anthropologie der Badener" tritt auch Ammon dieser Anschauung bei: „Es ist leicht einzusehen, dass die Brocasche Angabe von zwei Einheiten schon bei dolichocephalen Köpfen zu gross ist und dass der Unterschied um so kleiner wird, je mehr die Köpfe sich der runden Form nähern. Nach Welcker schwankt die Dicke der Kopfschwarte in der Längsrichtung von 5 bis 15 mm, in der Breite von 6 bis 13 mm, im Mittel beträgt sie also 10 mm, wie auch Wilser angibt. Der Abzug von 1,0 cm ändert das Verhältnis der Durchmesser einer Ellipse, bei einem Kreis aber tritt keine Änderung ein . . ."

[42] Es darf nicht unerwähnt bleiben, dass der aus der durchschnittlichen Länge und Breite sich ergebende Index 78,27 um 0,42 höher ist als der aus den Indices der einzelnen Landschaften berechnete von 77,85; es rührt dies von den weggelassenen Dezimalen her. — Grosse Erleichterung des mühsamen Rechengeschäfts bringen dem Anthropologen die kürzlich von Fürst herausgegebenen, sehr handlichen und zweckmässigen „Indextabellen", Jena, G. Fischer, 1902.

[43] Crania Germaniae meridionalis occidentalis. Freiburg 1875. — Badische Schädel, Archiv für Anthropologie XXI.

[44] Die von Ammon zu Grunde gelegte Kollmannsche Zusammenstellung (Korrespondenzblatt für Anthropologie 1882) gibt kein richtiges Bild, da sie zu viele Schädel aus späterer Zeit und von offenbar fremder Rasse (über 30 % Rundköpfe) enthält; aber auch sie zeigt einen mittleren Index von nur 77.

[45] Nach früheren, allerdings nicht sehr zahlreichen Untersuchungen von v. Haartman (Försök at bestämma den genuina racen af de i Finland boende folk, 1845) und Retzius (Finska Kranier) schien es, als seien die Karelier weniger rundköpfig. Diese von vornherein wenig wahrscheinliche Annahme ist nun durch Westerlunds umfassende Erhebungen berichtigt (Studier i Finlands antropologi, Helsingfors 1900).

[46] Vergl. meinen Auszug im Globus (LXII 22) aus seinem russischen Werke: Anthropometrische Untersuchungen der männlichen grossrussischen Bevölkerung etc., mit 34 Lichtdrucktafeln, 16 Karten und 3 Holzschnitten. Moskau 1892.

[47] Etude anthropométrique élémentaire des principales races de la France. Paris 1883.

[48] Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft in Wien. N. F. XV, 1895.

[49] a. O.

[50] Unter den Schädeln von Glasinae sind 66 % länglich (Index unter 80) und 34 % rundlich. Weisbach, Altbosnische Schädel, Mitteilungen der Anthr. Ges. in Wien, N. F. XVII, 1897.

[51] Viele Skelette und Schädel aus slavischen Gräbern sind von germanischen nicht zu unterscheiden, gehören also der reinen nordeuropäischen Rasse (Homo europaeus Linné) an.

[52] La face en réalité n'est point courte, sagt Broca (a. a. O.).

[53] Die Formen des Ober- und Unterkiefers bei den Europäern. Vortrag, Sonderabdruck aus der Schweiz. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde. Zürich 1892. Von mir im Globus (LXII 20) besprochen. — In einem Aufsatz über „Menschenrassen" (Archiv f. Anthr. XXVII, Globus LXXXII 24) spricht Kollmann nur noch von der „temporären Persistenz" derselben. Eine völlige Unveränderlichkeit annehmen, heisst ja auch die Entwicklungslehre leugnen. Jede Rasse ist, obwohl der Mensch das Endglied einer langen Entwicklungskette bildet, selbstverständlich veränderlich, kann aber, wenn äussere Anstösse fehlen und Blutmischung ausgeschlossen ist, durch Jahrtausende sich ziemlich gleich bleiben. Wenn K. sagt, jede neue Rasse müsse in einer „Periode der Mutation" auftreten und die Rassen zwar für „variabel", aber nicht für „mutabel" erklärt, so ist dies ein Widerspruch. Mutationen nach de Vries gibt es wahrscheinlich nur bei Pflanzen.

[54] Der Einfluss des Lebensalters auf die anthropologischen Charaktere. Sozial-anthropologische Studien 1. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie I, 1899.

[55] Nach den allerdings nicht sehr zahlreichen und zumteil an Kindern ausgeführten Untersuchungen von Arbo, Faye, Hansen (veröffentlicht durch Topinard, Revue d'Anthropologie, 3. s. IV 1889) und Westergaard (Skoleboernes har- og oejenfarve. Nationaloekonomisk Tidskrift, Kjoebenhavn 1893) sind Norwegen und Dänemark Länder mit ziemlich hellfarbiger Bevölkerung; die hellen Farben nehmen aber von der schwedischen Grenze nach Westen ab, so dass Dänemark entschieden dunkler ist als Schweden. Westerlund (Fennia XVIII 2, Kuopio 1900) hat an 4650 Mann festgestellt, dass in Finnland die Schweden die hellsten sind, die Finnen von Westen nach Osten dunkler werden. Aus der deutschen Schulkinderuntersuchung geht trotz ihren, zumteil unvermeidlichen, Mängeln doch hervor, dass die hellen Farben von Norden nach Süden abnehmen. England ist nach Beddoe (9080 Erwachsene) ziemlich hell (60% helle Augen und 67% lichte, blonde und hellbraune Haare), die dunkeln Farben nehmen aber von Osten nach Westen merklich zu. In Russland sind die Anwohner der Ostsee die hellsten, die Bewohner des Binnenlandes die dunkelsten. Für Frankreich ist durch Topinard festgestellt, dass die nördlichen Teile am Ärmelkanal die hellsten, die südlichen am Mittelmeer die dunkelsten sind. Von den Italienern haben nach Livi nur drei vom Hundert blaue Augen mit hellen Haaren, 25 dagegen braune Augen mit schwarzen Haaren. In Spanien kommen (nach Hoyos Sainz und Aranzadi) auf 16% helle, 20% dunkelbraune Augen. Retzius kann daher in seinem Rückblick mit vollem Recht als Endergebnis anführen, dass die skandinavische Halbinsel „ein helläugiges blondhaariges Zentrum" bildet und dass von diesem aus die hellen Farben „radialwärts nach verschiedenen Richtungen hin" abnehmen.

[56] Grössere Einwanderungen, von denen Altertumskunde und Geschichte nichts wissen, können auch aus naturwissenschaftlichen Gründen, wie dies Arbo (Ymer 1900, Heft 1, Globus LXXVIII 6 und Intern. Centralblatt für Anthropologie VII 4, 1902) versucht hat, nicht gefolgert werden. Vgl. meinen Aufsatz „Hafva folkinvandringar ägt rum i Skandinavien?", Ymer 1902, Heft 4.

[57] Zur Theorie der reinen Rassentypen. Zeitschrift für Morphologie und Anthropologie II 3. — Man darf diese Dinge nicht rein mathematisch behandeln.

[58] Vgl. meinen Aufsatz „Gobineau und seine Rassenlehre", Politisch-anthropologische Revue I 8, 1902.

[59] Schon in meiner „Herkunft der Deutschen", 1885, habe ich das im allgemeinen, später in zahlreichen Vorträgen und Abhandlungen im einzelnen nachgewiesen, so z. B. den „Wanderungen der Schwaben", Beilage des Staatsanzeigers für Württemberg 1902, No. 7—10, in „Worms und die Burgunden" Zeitschrift „Vom Rhein" I 1902, und den „Wanderungen der Wandalen", Deutsche Erde 1903.

[60] a. O.

[61] Kimbern, Teutonen, Ambronen haben gleiches Anrecht auf den Namen „Germanen" wie auf „Kelten". Vgl. meinen Aufsatz „Kelten und Germanen", Deutsche Zeitschrift II 11, 1900.

[62] Diese Ansicht wurde zum erstenmal öffentlich ausgesprochen in meinem Vortrag über die „Keltenfrage" im Karlsruher Altertumsverein am 29. Dezember 1881.

Die Tätigkeit der Bakterien im Boden.

Von Dr. **Franz Muth,**

Assistent an der Grossh. badischen landwirtschaftlichen Versuchsanstalt Augustenberg und Privatdozent für Botanik an der Grossh. Technischen Hochschule in Karlsruhe.

Zu den bedeutungsvollsten Gebieten der naturwissenschaftlichen Forschung, welche ihre Entwicklung den letzten Dezennien des durch weittragende, wissenschaftliche Errungenschaften so bemerkenswerten vergangenen Jahrhunderts verdanken, gehört ohne Zweifel die Bakteriologie. Spielen doch die Bakterien, diese kleinen Lebewesen eine so wichtige Rolle im grossen Haushalt der Natur, als ständige Mitarbeiter und Regulatoren bei deren ewigem Kreislauf, als Vermittler organischen Werdens und Vergehens, Lebens und Sterbens. Von grösster Wichtigkeit sind hierbei die biologischen Vorgänge im Boden oder wie der Dichter sagt, der Mutter Erde, an welcher in erster Linie wiederum Bakterien beteiligt sind. Wenn unsere Kenntnisse über diese Vorgänge und über die Bakterien im Boden zurzeit auch noch in den ersten Stadien ihrer Entwicklung begriffen sind, so genügen sie doch, die grosse Bedeutung der Bodenbakteriologie in nationalökonomischer, hygienischer und wissenschaftlicher Beziehung uns vor Augen zu führen.

Die bakteriologischen Verhältnisse und Vorgänge im Boden haben deshalb auch die allgemeine Aufmerksamkeit auf sich gelenkt und dürfte es manchem erwünscht sein, einen Einblick in das Bakterienleben des Bodens zu gewinnen. Diesem Zweck möchten unsere Ausführungen dienen, die einen kurzen und in keiner Weise erschöpfenden, sondern nur das Wichtigste berücksichtigenden Überblick über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse der Bodenbakterien und ihrer Tätigkeit bieten möchten.

Auf die geschichtliche Entwicklung der Bakteriologie, sowie auf die vielseitige, täglich gewaltig wachsende Literatur über die Bodenbakterien wollen wir nicht näher eingehen, da dies nicht im Rahmen eines kurzen Referates über den Stand einer Frage liegt. Die wichtigste Literatur findet man im bakteriologischen Zentralblatt, besonders in dessen zweiter Abteilung und im Jahres-

bericht für Gärungsorganismen von A. Koch, ferner in dem ersten Bande der technischen Mycologie von Franz Lafar und dem System der Bakterien von Walther Migula. Besonders erwähnt sei ferner Wollnys bekanntes Werk über die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildungen, sowie die Vorlesungen über Bakterien von Alfred Fischer. Einen unser Thema speziell in landwirtschaftlicher Beziehung in der Hauptsache erschöpfenden Überblick hat J. Behrens in einem bemerkenswerten Vortrag über die Arbeit der Bakterien im Boden und im Dünger gegeben, der in den Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1901, Heft 64, pag. 108—144 veröffentlicht ist.

Es seien nun zunächst einige kurze, allgemeine Bemerkungen über die Bakterien vorausgeschickt. Dieselben sind ausserordentlich kleine, mitunter an der Grenze des mittelst unserer heutigen optischen Hilfsmittel noch Sichtbaren stehende, einzellige, zu den Spaltpflanzen (Schizophyta) gehörende chlorophyllose Organismen. Sie vermehren sich durch Zweiteilung, „Spaltung in der Mitte", weshalb man sie mit den in dieser Beziehung ähnlich sich verhaltenden, vielfach, aber nicht mit Recht als ihre Stammeseltern angesehenen Spaltalgen (Schizophyceae) zu der bereits erwähnten Abteilung der Spaltpflanzen vereinigt hat. Manche der höher organisierten, zu den sogenannten Scheidenbakterien gehörende Arten besitzen ausserdem die Fähigkeit, sich durch teils unbeweglich, teils bewegliche Gonidien zu vermehren. (Vergl. die Fig. 19 u. 20 S. 120 u. 121). Es sind dies aus dem gemeinschaftlichen Verbande in der Scheide entweder direkt oder nach besonderen, nur bei der Gonidienbildung zu beobachtenden Teilungsvorgängen heraustretende, sich nach dem Verlassen der Scheide zu neuen Kolonien entwickelnde Zellen.

Viele, aber nicht alle Arten vermögen sog. Dauerzellen oder Endosporen zu bilden, die sich durch eine bedeutend festere und dickere Membran, sowie durch ihre Widerstandsfähigkeit gegen Hitze, chemische Mittel und andere Einwirkungen der vegetativen Zelle gegenüber auszeichnen. Während nach den Untersuchungen von Brefeld die letzteren z. B. bei dem allerwärts verbreiteten Heubazillus (Bacillus subtilis Fig. 1) nach 20 Minuten dauerndem Aufenthalt in siedendem Wasser sicher vernichtet sind, bedarf es bei den Sporen dieses Organismus eines dreistündigen Kochens, um sie zu töten.



Manche Bakterien vermögen sich zu bewegen. Dies geschieht fast ausschliesslich durch feine, an einem oder den beiden Polen der Bakterienzelle befindliche oder über deren ganze Oberfläche zerstreute Plasmafäden, den sog. Geisseln. (Vergl. die Fig. 1 a, 9, 10, 11, 12, 13, 18 b.) Die Bakterien leben entweder einzeln oder sie sind infolge einer vielen Arten eigenen Gallerthülle zu verschieden gestalteten Kolonien vereinigt. Durch weitgehende Gallertbildung entstandene Kolonien, die dabei von fester Konsistenz sind, bezeichnet man mit dem Namen Zoogloea. (Vergl. die Fig. 12 und 13.)

Die Bakterien wachsen teils nur bei Luftzutritt, also bei Gegenwart von freiem Sauerstoff (sog. Aërobionten), teils sowohl bei Luftzutritt, als auch bei Luftabschluss (fakultative Anaërobionten), während wieder andere Arten sich nur bei vollständigem Luftabschluss zu entwickeln vermögen. Es sind dies die obligatorischen Anaërobionten. Die meisten Bakterien kann man auf künstlichen Nährböden züchten, die sich in ihrer Zusammensetzung möglichst den natürlichen Ernährungsverhältnissen des zu züchtenden Organismus nähern müssen. Man unterscheidet flüssige und feste Nährböden. Mit der Einführung der letzteren und der Plattenkultur durch Robert Koch war eine brauchbare Methode zur Reinkultur geschaffen und der Grundstein zur erfolgreichen, wissenschaftlichen bakteriologischen Forschung gelegt. Diejenige Temperatur, bei der ein Organismus am besten gedeiht, ist sein Wachstumsoptimum, diejenige niederste oder höchste Temperatur, bei welcher er gerade noch wächst, sein Minimum resp. Maximum. Bei einigen Arten treten in der künstlichen Kultur unter besonderen Umständen abweichende Gestalten auf, die wir als Degenerations- oder Involutionsformen bezeichnen. (Vergl. die Fig. 7 v. x. y.)

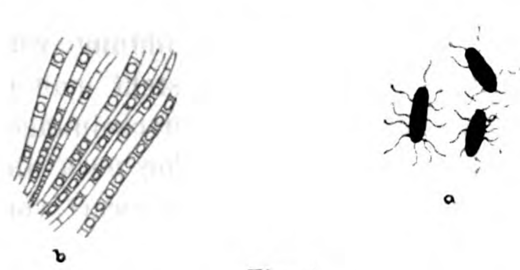


Fig. 1.
Bacillus subtilis Ehrenberg. (Heubazillus).
a. Schwärmende Stäbchen mit Geisseln,
b. Sporen bildende Fäden.
500fache Vergr. Nach Migula.

Von hohem wissenschaftlichem Interesse und grosser praktischer Bedeutung sind die Bakterien in physiologischer Beziehung.

Einige vermögen sich vollständig autonom zu ernähren, sich ausschliesslich mit anorganischen Nährsubstanzen begnügend; die meisten aber sind auf organische Verbindungen angewiesen, verschiedenartige und oft weitgehende, als Gärungen bezeichnete Zersetzungen ihres Nährsubstrates hervorrufend. Unter Gärungen verstehen wir hier in des Wortes weitester Bedeutung alle unter Mitwirkung von Mikroorganismen verlaufenden chemischen Vorgänge. Wir unterscheiden hauptsächlich Oxydations-, Reduktions-, hydrolytische und synthetische Gärungen. Eine vollständige bis zur Mineralisierung, d. h. bis zur Bildung von Kohlensäure, Wasser und Ammoniak gehende Oxydationsgärung organischer Substanzen nennen wir Verwesung, während wir als Fäulnis solche biologische Prozesse bezeichnen, die bei Luftabschluss oder bei ungenügendem Luftzutritt unter Bildung von übelriechenden Gasen verlaufen. Neuerdings versteht man unter Fäulnis auch speziell die komplizierten Gärungserscheinungen der Eiweisskörper. Vermoderung nennt man eine noch nicht genügend aufgeklärte, im Boden besonders bei Gegenwart von pflanzlichen, stickstoffarmen, cellulosehaltigen Stoffen auftretende, durch die Bildung von Huminsubstanzen charakterisierte Zersetzung. Die meisten dieser chemischen Prozesse werden, wie man annimmt, durch von den Bakterien erzeugte Enzyme ausgelöst. Über die chemische Konstitution und den Wirkungsmechanismus dieser in den Organismen weitverbreiteten, in der Regel ausserordentlich leicht zersetzlichen Enzyme wissen wir zurzeit noch nichts Sicheres. Ihre Wichtigkeit für die lebende Bakterienzelle besteht in erster Linie in der Umbildung der Nährmedien in für dieselbe assimilierbare Verbindungen und in der Energieerzeugung durch Oxydationsprozesse oder durch Wärme erzeugende exothermische Spaltungsvorgänge. Die Bakterien sind, wie wir wissen, mit einigen wenigen Ausnahmen bei ihrer Ernährung auf organische Verbindungen angewiesen. Viele derselben leben von toten Körpern, andere dagegen auf resp. in lebenden Organismen. Die ersteren begnügen sich gleichsam damit, sich in Häusern, die von ihren Bewohnern verlassen wurden, anzusiedeln, dieselben einzureissen, dabei das für sie Brauchbare verwendend, und der Natur Bausteine für neue Bauten zu liefern. Wir nennen solche Arten Saprophyten. Andere aber dringen, um bei dem Bilde zu bleiben, auch in bewohnte Häuser ein, wo sich dann ihr Verhältnis zu deren

Bewohnern bald freundlich, bald feindlich gestaltet. Im ersteren Falle sprechen wir von Symbiose. Ein schönes Beispiel dafür werden wir später bei den Knöllchenbakterien der Leguminosen kennen lernen. Wirt und Gast vertragen sich hier sehr gut und sind sich in ihrem Fortkommen durch gegenseitige Leistungen behilflich. Aber nicht immer gestalten sich die Dinge so friedlich; oft fällt der Eindringling über seinen Wirt in räuberischer Absicht her, ihn aussaugend und schliesslich tötend. Wir sprechen dann von Parasitismus. Zwischen diesen beiden Extremen gibt es viele Zwischenstufen, wo sich das Verhältnis zwischen Wirt und Gast mehr oder weniger günstig für den ersteren gestaltet.

Interessant ist die Erscheinung, dass manche Arten sowohl als Saprophyten, wie auch als Parasiten auftreten können. Wir bezeichnen solche Arten als fakultative Saprophyten resp. Parasiten, während wir die Bakterien, die nur als Saprophyten oder als Parasiten zu leben im stande sind, obligatorische Saprophyten resp. Parasiten nennen. Von besonderer Wichtigkeit ist die Frage, auf welche wir später noch einmal zurückkommen werden, welche Saprophyten vermögen parasitäre Eigenschaften anzunehmen und unter welchen Umständen tun sie dies? Sehr verschieden und mannigfaltig sind die Stoffwechselprodukte der Bakterien. Nach der Art derselben hat man die Schizomyceten auch in zymogene, chromogene und pathogene eingeteilt, eine Einteilung, die mehr auf empirischen Beobachtungen, als auf wissenschaftlichen Grundlagen beruht. Die zymogenen, die Erreger der gewöhnlichen Gärungen, erzeugen hauptsächlich Kohlensäure, Alkohole, fette Säuren etc., die chromogenen bilden Farbstoffe, die pathogenen Ptomaine, Toxine und Toxalbumine. Unter Ptomainen verstehen wir ungiftige, unter Toxinen giftige Stoffwechselprodukte der Bakterien von ähnlicher chemischer Konstitution, wie die Alkaloide. Von ganz anderer chemischer Zusammensetzung und von hervorragender Giftigkeit sind die Toxalbumine, die eine ähnliche molekulare Konstitution, wie die Eiweisstoffe haben, denen sie ausserordentlich nahe stehen und von denen sie wahrscheinlich abstammen.

Die Bakterien, über deren Abgrenzung die Ansichten zum Teil noch auseinandergehen, hat man in verschiedener Weise eingeteilt. Am meisten Verbreitung und Anerkennung haben in den letzten Jahren das System von Alfred Fischer und dasjenige

von Walther Migula gefunden. Die Hauptgruppen des letzteren seien hier mitgeteilt:

1. Ordnung: Eubacteria.
   1. Familie Coccaceae (Kugelbakterien) (Fig. 8).
   2. „ Bacteriaceae (Stäbchenbakterien) (Fig. 1, 2, 3, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 b).
   3. „ Spirillaceae (Schraubenbakterien) (Fig. 18 a).
   4. „ Chlamydobacteriaceae (Scheidenbakterien) (Fig. 19 und 20).

2. Ordnung: Thiobacteria (Schwefelbakterien).
   1. Familie Beggiatoaceae (Farblose Schwefelbakterien) (Fig. 18 c).
   2. „ Rhodobakteriaceae (Rote oder violette Schwefelbakterien (Fig. 18 a und b).

Bei den Chlamydobakteriaceen sind die cylindrischen Zellen zu Fäden angeordnet, die von einer mehr oder weniger deutlich sichtbaren scheidenartigen Membran umgeben sind. Die Schwefelbakterien unterscheiden sich von ihren Kollegen in erster Linie in physiologischer Beziehung; es scheint, dass bei denselben der Schwefelwasserstoff bei der Atmung dieselbe Rolle spielt, wie bei den übrigen Organismen die Kohlenstoffverbindungen. Die zweite Familie ist durch einen Bakteriopurpurin genannten Farbstoff, über dessen Funktion noch keine zuverlässigen Untersuchungen vorliegen, ausgezeichnet.

Betrachten wir zunächst jetzt den Boden als Träger von Bakterien. Ausser diesen finden wir im Boden noch mancherlei andere Mikroorganismen, die für die biologischen Prozesse in demselben von Bedeutung sind. Die wichtigsten Vertreter dieser kleinen Lebewesen gehören zu den Schimmelpilzen und zu den Hefearten; auch tierische Organismen sind von Bedeutung; ferner verdienen die den Bakterien nahe verwandten Spaltalgen hier besondere Erwähnung.

Schon in der Mitte des 8. Dezenniums des vergangenen Jahrhunderts haben Birch-Hirschfeld und von Fodor, allerdings mit ungenügenden Hilfsmitteln den Boden auf seinen Bakteriengehalt untersucht. Sie fanden, dass schon in wenigen Milligrammen der oberflächlichen Bodenschichten Bakterien enthalten sind, während die in einer Tiefe von vier Metern entnommenen Proben meist

steril waren. Sie beobachteten auch schon, dass die im Boden vorkommenden Spaltpilze meistens zu den Stäbchenbakterien gehören. In die Tiefe gelangen die Bakterien unter normalen Umständen, wie bereits von Fodor durch Versuche nachgewiesen hat, sehr schwer. Um Bodenproben vollständig rein aus beliebiger Tiefe zur bakteriologischen Untersuchung, die zur Erzielung sorgfältiger Resultate sofort nach Entnahme ausgeführt werden muss, holen zu können, sind verschiedene Instrumente konstruiert worden. Das bekannteste ist wohl das von E. Fränkel angegebene. Dieser sogenannte Röhrenbohrer hat unten einen circa 12 cm langen, 2 cm tiefen mit einer Hülse verschliessbaren, löffelförmigen Ausschnitt zur Aufnahme der Erdprobe. Die Hülse ist so konstruiert, dass sie sich bei Linksdrehung schliesst, bei Rechtsdrehung öffnet.

Um die Zahl der in einer Bodenprobe vorhandenen Bakterienkeime zu bestimmen, geht man in der Regel in der Weise vor, dass man eine abgemessene, kleine Quantität ($^1/_{50}$ ccm) des Materials in ein Reagenzröhrchen mit geschmolzener Nährgelatine einfüllt, die Probe dann gründlich in der Gelatine verteilt und die letztere durch Drehung des Röhrchens in geeigneter Lage an dessen Wandungen nach der Esmarch'schen Methode ausrollt. Bei sehr keimreichen Erdproben empfiehlt es sich, eine grössere Menge in einer bestimmten Quantität Wasser durch Schütteln zu verteilen und davon erst einen Bruchteil in die Gelatine zu bringen. Diese letztere wird nach der vielfach variierten Vorschrift von Robert Koch in folgender Weise dargestellt. In Fleischwasser, das man durch 24stündiges Macerieren von feingehacktem, möglichst fettfreiem Rindfleisch mit seinem doppelten Gewicht Wasser und vorsichtiges Auspressen gewonnen hat, löst man 10% Gelatine, 1% Pepton und $^1/_2$% Kochsalz. Neuerdings verwendet man auch mit Bodeninfus hergestellte Nährböden. Aber sowohl diese wie die gewöhnliche Nährgelatine haben den Nachteil, dass viele Bodenbakterien auf denselben nicht wachsen. Wir werden in den sog. Nitrifikationsorganismen z. B. Bakterien kennen lernen, die auf Nährböden mit löslichen organischen Verbindungen überhaupt nicht zu gedeihen vermögen. Wenn auf diese Weise die quantitative bakteriologische Bodenuntersuchung auf Schwierigkeiten stösst, so ist dies bei der qualitativen noch mehr der Fall, da es bei sehr vielen Kolonien

oft ausserordentlich schwierig ist, eine sichere Diagnose zu stellen. Neuerdings hat Gottheil in allerdings richtiger Erkenntnis, dass die Systematik der Bodenbakterien noch sehr mangelhaft ist, in dankenswerter Weise versucht, etwas mehr Sicherheit und Klarheit in die Verhältnisse zu bringen. In wie weit ihm dies gelungen ist, wird die Zukunft zeigen.

Wie bereits erwähnt, nimmt die Zahl der Bakterien nach der Tiefe rasch ab, und zwar ist diese Abnahme zuerst eine allmähliche bis etwa $1^1/_4$ m. Dort wird dieselbe plötzlich eine sehr rapide, so dass schon wenige Decimeter tiefer der Boden fast vollständig keimfrei angetroffen wird. Die Schichte des Grundwassers ist gewöhnlich keimfrei. Im allgemeinen finden sich an der Oberfläche mehr aërobe, der Tiefe zu mehr anaërobe Arten. Folgende im Jahre 1886/87 von E. Fränkel mit Boden aus der Umgebung von Potsdam erhaltenen Zahlen mögen hier mitgeteilt sein.

Tiefe der Bodenschicht	Menge der in 1 ccm etwa vorhandenen Bakterienkeime								
	24. April	27. Mai	12. Juni	9. Juli	14. August	4. Sept.	2. Oktober	3. Nov.	16. März
Oberfläche . .	—	150000	110000	—	300000	95000	130000	55000	80000
$^1/_2$ Meter . .	70000	200000	90000	—	240000	65000	100000	75000	85000
$^3/_4$ „ . .	250000	—	—	—	40200	3000	—	8000	—
1 „ . .	1000	2000	2000	4300	80000	600	40000	7000	3000
$1^1/_2$ „ . .	200	15000	2000	400	500	700	600	200	300
2 „ . .	—	2000	600	300	400	—	700	100	200
$2^1/_2$ „ . .	250	500	700	—	100	—	150	—	150
3 „ . .	—	3000	100	—	—	150	—	1500	100
$3^1/_2$ „ . .	—	—	800	—	—	100	1400	50	700
4 „ . .	—	—	150	300	—	—	600	—	—

Die Zahlen, die natürlich keinerlei Anspruch auf absolute Zuverlässigkeit haben, zeigen uns ferner, dass der Bakteriengehalt des Bodens zu verschiedenen Jahreszeiten bedeutend wechselt, dass also das Klima einen nicht zu verkennenden Einfluss auf die Entwicklung der Bodenmikroorganismen hat. Ausserdem sind für den Gehalt an Art- und Individuenzahl noch andere Umstände von Bedeutung. Schon die Art, die Beschaffenheit und die Reaktion des Bodens spielen hierbei eine grosse Rolle; in sauren und nassen Moorböden z. B. treten die Bakterien überhaupt den Schimmelpilzen gegenüber zurück. Eine interessante Studie über das Vorkommen von Bakterien in verschiedenen Böden hat Fülles in der Nähe von Freiburg i. B. ausgeführt; er suchte neben der Zahl der vorhandenen Keime auch die Art derselben nach Möglichkeit festzustellen. Dabei zeigte es sich, dass die verschiedenen untersuchten Wiesen- und Walderden das bunteste Gemenge von Bakterien enthielten, regelmässiger waren die Verhältnisse bei Weinberg- und bei Ackererde. In verschiedenen Tiefen fand Fülles einen deutlichen Unterschied der Arten. Eine auffallende Regelmässigkeit und Einfachheit zeigte die Bakterienflora auf grösseren Höhen des Schwarzwalds. Fülles beobachtete bei Bodenproben von dem Gipfel des Rosskopfs und des Schauinsland fast stets nur ein Gemenge des Heubazillus (Bacillus subtilis) (Fig. 1) und des Wurzelbazillus (Bacillus mycoides). Im allgemeinen zeigte sich der Waldboden am ärmsten an Bakterien; es folgte dann die Weinbergerde, hierauf der Wiesengrund und schliesslich der Ackerboden. In stark verschmutzten Böden in der Nähe von Wohnungen sind die Bakterien in der Regel überaus zahlreich vorhanden. So fand A. Maggiora in einem Gramm einer Bodenprobe, die er einem Turiner Strassendamm entnommen hatte, 78 Millionen Bakterien. Im allgemeinen dürfte der Bakteriengehalt des Bodens proportional seinem Gehalt an organischer Substanz sein.

Besondere Erwähnung verdient die in ihren Ursachen nicht genügend aufgeklärte Tatsache, dass gewisse Arten plötzlich in grosser Menge auftreten und ebenso rasch wieder verschwinden, um entweder dem gewöhnlichen Bakteriengemisch zu weichen oder aber durch eine andere stark verbreitete Art ersetzt zu werden. Diese Erscheinung ist besonders in epidemiologischer Beziehung von grossem Interesse.

Über den Einfluss des Pflanzenbestandes auf die Bakterienflora des Bodens unter sonst gleichen Bedingungen sind die Ansichten geteilt. Während Caron auf Grund von Untersuchungen auf seinem Gut Ellenbach angibt, dass der Bakteriengehalt am grössten ist nach der Schwarzbrache, der die Hackfrüchte und dann der Klee folgen und die Halmfrüchte mit dem geringsten Bakteriengehalte am Schluss stehen, behauptet Remy gestützt auf diesbezügliche Versuche, dass sich nirgend ein bestimmter Einfluss der angebauten Pflanzen auf die Bakterienflora des Bodens nachweisen lasse. Neuerdings hat man auch versucht, aus dem Bakteriengehalte des Bodens auf dessen Fruchtbarkeit Schlüsse zu ziehen. Remy, der diese Frage näher verfolgt hat, ist zur Ansicht gelangt, dass aus dem Bakteriengehalt ein einigermassen sicheres Urteil über den Zustand eines Bodens nicht gewonnen werden könne. Ein zahlreicher Bakterienstand, meint Remy, sei wohl als ein erwünschtes Symptom zu betrachten, welches im Gefolge, bezw. als Begleiterscheinung sorgsamer Bodenkultur aufzutreten pflege; doch die Frage, inwieweit der grossen Bakterienzahl Bedeutung als Ursache der Bodenfruchtbarkeit zukomme, lasse sich an der Hand von Zählungen natürlich nicht entscheiden.

Wie gelangen nun die Bakterien in den Boden?

Von aussen her durch die Luft, durch das Wasser, durch die Dungstoffe, durch Tiere und Pflanzen, bei letzteren hauptsächlich mit den Samen. Auch in sogenannten jungfräulichen Boden gelangen Bakterien und andere Mikroorganismen auf diese Weise. Bei der Bildung der Böden durch Verwitterung und der Umwandlung von nacktem Sand in Heide spielt die Übertragung von Bakterien eine wichtige Rolle. Es wurde bereits einmal darauf hingewiesen, dass Luft, Wasser und Boden in bakterieller Beziehung in steter Wechselwirkung mit einander stehen. Der Haupt- und Stammsitz der meisten Bakterien ist aber stets der Boden; von ihm aus werden sie durch das Wasser und besonders durch die Luft überall hin verbreitet. Im praktischen Leben finden wir deshalb die Bakterien bald bei erwünschter, bald bei unerwünschter Tätigkeit. Bei der Bereitung von Brot, Butter, Käse, Getränken, Essig, in unsern Nahrungsmittelkonserven, bei der Fermentation des Tabaks, bei der Selbsterhitzung und der eventuellen Selbstentzündung von aufgehäuften Pflanzenstoffen, wie Heu, Baumwolle, Hopfen, in der Gerberei, bei der Zucker-

fabrikation, überall finden wir die Bakterien bald als angenehme oder unentbehrliche Helfer, bald als sehr unangenehme und schädliche Gäste. Auf die schlimmsten der letzteren, auf die pathogenen Bakterien, soweit sie im Boden vorzukommen pflegen, werden wir später noch besonders einzugehen haben. Hier wollen wir zunächst die Tätigkeit der Bakterien im Boden selbst verfolgen, die wir in eine physikalische, die Bodenstruktur beeinflussende und in eine chemische einteilen können. In ersterer Richtung hat Suringar interessante Beobachtungen gemacht, die sich allerdings auch auf andere Bodenmikroorganismen erstrecken. Er nimmt auf Grund seiner Versuche an, dass die sogenannte Krümelstruktur des Bodens in erster Linie das Produkt biologischer Vorgänge ist. Bereits vor Suringar hatte J. Behrens an die Wahrnehmung, dass Schimmelpilze in trockenem Tabakpulver eine krümelartige Struktur, wie sie der Ackerkrume eigen ist, erzeugten, die Vermutung geknüpft, dass die Gare des Bodens wenigstens zum Teil das Werk von Schimmelpilzen und Bakterien ist, welche die kleinsten Bodenteilchen untereinander zu grösseren Krümeln verbinden. Auch die Untersuchungen von Gräbner über die Entstehung der norddeutschen Heide, welche in der von Engler und Drude herausgegebenen Sammlung pflanzengeographischer Monographien veröffentlicht sind, haben in dieser Beziehung beachtenswerte Resultate ergeben. Gräbner geht nämlich bei Erörterung der Probleme der Heideforschung auch auf die Bedeutung der Mikroorganismen bei der Bildung der Heide aus nacktem Sand ein. Es kommt hierbei nach seinen Ausführungen ausschliesslich die Tätigkeit niederer Organismen in Frage, namentlich die von blaugrünen Algen (Schizophyceen), welche als Pioniere der Vegetation die losen Sandkörner fest verbinden, dadurch allmählich eine Bodendecke schaffend, die auch andere Pflanzen aufzunehmen vermag.

Von Bedeutung für die physikalische Beschaffenheit des Bodens sind die Mikroorganismen auch durch ihren Gasaustausch und die günstige Wirkung des Stalldüngers auf die Beschaffenheit des Bodens, dürfte nicht in letzter Linie auf dieser Ursache beruhen; unter Umständen dürften sie ferner bis zu einem gewissen Grad Einfluss auf die Bodentemperatur haben.

Wenden wir uns nun zur chemischen Tätigkeit der Bakterien im Boden; sie erstreckt sich sowohl auf dessen anorganische,

wie auf dessen organische Bestandteile, vorwiegend aber auf die letzteren. Bei dem organischen Kreislauf der Natur sehen wir die Bakterien überall als Helfer und Vermittler und der Kreislauf des Stickstoffs ist, wie wir nach den bisherigen Untersuchungen wenigstens annehmen müssen, ausschliesslich ihr Werk. Dass das Absorptionsvermögen des Bodens für organische Stoffe und seine Bindekraft durch einen hohen Bakteriengehalt erhöht wird, ist bekannt. Die Einwirkung der Bakterien auf die anorganischen Bodenbestandteile erstreckt sich hauptsächlich auf die Karbonate, Phosphate, Sulfate des Calciums und des Magnesiums sowie auf die Silicate der Alkalimetalle. Diese Fähigkeit der Bakterien macht dieselben, es sei dies hier nebenbei bemerkt, auch zu Mitarbeitern bei manchen geologischen Vorgängen unserer Erde.

Weitgehend und tief eingreifend ist ihre Einwirkung auf die organischen Bestandteile des Bodens. Fällt ihnen doch vor allem die Aufräumung und Mineralisierung der tierischen und pflanzlichen Leichen zu, ohne welche der organische Kreislauf alsbald ins Stocken geraten müsste. Wir werden die hier in Betracht kommenden organischen Verbindungen in stickstoffhaltige und in stickstofffreie einteilen und die einzelnen Körperklassen mit den entsprechenden Bakteriengruppen nach Möglichkeit einzeln verfolgen.

Zuerst wollen wir die Bodenbakterien in ihrer gewaltigen und wichtigen Arbeit beim Kreislauf des Stickstoffs näher betrachten. Dabei können wir fünf Bakteriengruppen unterscheiden, von welchen die Angehörigen der ersten Gruppe insofern die grösste Bedeutung haben, weil fast sämtlicher gebundener Stickstoff unseres Planeten durch sie festgelegt wird und die bei den übrigen vier Gruppen in Betracht kommenden Stickstoffverbindungen den Vertretern der ersten ihre Entstehung verdanken.

Erste Gruppe: Die stickstoffbindenden Bakterien; sie vermögen den freien Stickstoff der Atmosphäre zu assimilieren und den Kulturpflanzen nutzbar zu machen.

Zweite Gruppe: Die Ammoniakbildner; sie liefern bei ihrem Lebensprozess aus stickstoffhaltigen organischen Substanzen Ammoniak.

Dritte Gruppe: Die Nitrosobakterien; sie oxydieren das Ammoniak zu salpetriger Säure; man nennt sie zusammen mit der nächstfolgenden Gruppe Nitrifikationsorganismen.

Vierte Gruppe: Die Nitrobakterien; sie oxydieren die salpetrige Säure zu Salpetersäure.

Fünfte Gruppe: Die Denitrifikationsbakterien; sie reduzieren Salpeter und salpetrige Säure unter Ausscheidung von Stickstoff.

Wenden wir uns nun zu den Vertretern unserer ersten Gruppe, die den sonst so schwer zugänglichen und so passiv sich verhaltenden elementaren Stickstoff der Atmosphäre, dieser unerschöpflichen Stickstoffquelle bei ihrem Stoffwechsel festzulegen im stande sind. Wir kennen bisher nur einen rein anorganischen Vorgang in der Natur, bei welchem freier Stickstoff in nennenswerter Menge in gebundenem Zustand übergeführt wird, nämlich beim Durchschlagen des elektrischen Funkens durch ein Gemisch von Stickstoff, Sauerstoff und Wassergas wie dies bei Gewittern der Fall ist und wobei salpetrigsaures und salpetersaures Ammonium gebildet wird, das mit den atmosphärischen Niederschlägen auf den Boden fällt. Die auf diese Weise in den Boden gelangenden Stickstoffverbindungen sind indes so gering, dass sie in keiner Weise genügen würden, den Stickstoffbedarf unserer Kulturpflanzen zu decken. Auch das natürlich vorkommende Kalium-, Natrium- und Calciumnitrat ist auf biologischem Wege entstanden. Neuerdings hat sich die Technik mit dem Problem, den Luftstickstoff auf elektrischem Wege in gebundenem Zustand zu gewinnen, beschäftigt. Inwieweit dieser Weg zu dem heiss ersehnten Ziele führen und inwieweit die Elektrizität den Bodenbakterien Konkurrenz zu machen im stande ist, darüber lässt sich bei den noch im Versuchsstadium befindlichen Bemühungen zur Zeit noch nichts sagen. Erwähnt sei indes noch, dass sich in Amerika in der Atmosphäric Products Company eine Gesellschaft gegründet hat, welche einen Teil der Kräfte des Niagara zur Oxydation des Luftstickstoffs auf elektrischem Wege auszunützen sucht. Zu diesem Zwecke wird die atmosphärische Luft durch einen zylinderförmigen Apparat getrieben, der 414000 elektrische Funken in der Minute erzeugt. Ein Teil des Stickstoffs wird oxydiert und durch Auffangen in Soda- oder Pottaschelösung als Nitrit oder Nitrat gewonnen. Neuerdings wird das Reaktionsprodukt in Schwefelsäure aufgefangen und in Form von Nitroschwefelsäure gewonnen. Nach den in letzter Zeit veröffentlichten Versuchen über die Oxydation des Stickstoffs in der elektrischen Flamme von W. Muthmann und H. Hofer ist die Menge des oxydierten

Stickstoffs ungefähr proportional der Geschwindigkeit des Luftstroms und dem Druck, unter welchem dieser Luftstrom steht, umgekehrt proportional der Entfernung der Elektroden infolge der höheren Temperatur der elektrischen Flamme und dem rascheren Wechsel des Stromes.*

Bei den stickstoffbindenden Bakterien haben wir frei im Boden lebende und in Gemeinschaft (Symbiose) mit andern höheren Pflanzen lebende (Knöllchenbakterien) zu unterscheiden. Betrachten wir zunächst die ersteren.

Der Nachweis, dass in unbebautem Boden eine Bindung und Festlegung des Stickstoffs der Luft und zwar durch Mikroben stattfindet, ist das Verdienst von Berthelot, der im Jahre 1885 die ersten diesbezüglichen Beobachtungen machte. Der Beweis, dass es sich hierbei um biologische Vorgänge handelt, lieferte die einfache Operation der Sterilisation, nach welcher eine Stickstoffzunahme im Boden ausblieb. Sehr interessant war sodann ein Versuch von Déhérain, welcher zeigte, dass in einem kräftig nitrifizierenden Boden, dessen Stickstoffgehalt in sieben Monaten von 1,72 g auf 2,29 g pro 1 kg bei richtiger Versuchsanstellung stieg. Dass in der Ackererde von den Bodenmikroorganismen nur die Bakterien die Fähigkeit, den Luftstickstoff zu binden, besitzen, haben zuerst Berthelot und Kossowitz nachgewiesen. Ersterer

* In letzter Zeit hat sich in Berlin eine Gesellschaft unter der Leitung der Firma Siemens und Halske zur technischen Gewinnung von Stickstoffverbindungen aus der Luft gebildet. Durch Pressen von Luft, die durch Leiten über metallisches Kupfer zum grössten Teil von ihrem Sauerstoffgehalt befreit ist, in geschmolzenes Calciumcarbid bildet sich Calciumcyanamid (CN . N . Ca). Die gleiche Verbindung, der man den Namen Kalkstickstoff gegeben hat, entsteht, wenn man in die mittelst des elektrischen Stromes geschmolzene Mischung von Kohle und kohlensaurem Kalk, das Ausgangsmaterial des Carbids, Stickstoff leitet. Der Kalkstickstoff, der nach den Versuchen von M. Gerlach und P. Wagner bereits selbst einen hohen Wert als Stickstoffdünger für unsere Kulturpflanzen hat, liefert bei der Behandlung mit überhitztem Wasserdampf Ammoniak, so dass nach der Ansicht der beiden Forscher auf diese Weise die Gewinnung von Ammoniakverbindungen in unbegrenzter Menge ermöglicht ist. Es sei hier auch noch an die Nitride erinnert, die bei der Zersetzung ebenfalls Ammoniak liefern und die vielleicht einmal Bedeutung für dessen technische Darstellung gewinnen können. Besonders das Stickstoffmagnesium Mg_3N_2, das sich leicht durch Leiten von Stickstoff über Magnesiumfeile bei Rotglut als grünlichgelbes Pulver darstellen lässt und das mit Wasser in Ammoniak und Magnesiumoxydhydrat zerfällt, hat bereits die Aufmerksamkeit auf sich gelenkt.

war es auch, der zuerst die Arten zu ermitteln suchte, welche diese merkwürdige Eigenschaft besitzen. Während er aber diese Fähigkeit verschiedenen Bodenbakterien zuschreibt, kam später Winogradsky, welchem genialen Forscher wir die bedeutendsten Untersuchungen auf dem Gebiete der Bodenbakteriologie verdanken, auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schlusse, dass nur das von ihm isolierte und als Clostridium Pasteurianum bezeichnete Bakterium dies zu tun vermag. Doch scheint es nach den neuesten Untersuchungen von Beyerinck, von Gerlach und Vogel und von Winogradsky selbst, dass Clostridium Pasteurianum nicht der einzige Organismus im Boden ist, der zur Stickstoffassimilation befähigt ist. Die wichtigsten Arbeiten Winogradskys über diesen Mikroorganismus sind in den Jahren 1895 bis 1900 erschienen. Seine schwierige Reinkultur gelang dem Forscher mit Hilfe der von ihm geschaffenen elektiven Kultur. Das Prinzip derselben besteht nach der Definition seines Schülers Omeliansky darin, dass man zunächst Bedingungen ausfindig macht, bei welchen der gewünschte Prozess am sichersten hervorgerufen und durch eine Reihe von Generationen mit den Eigenschaften und Intensität zu erhalten ist. Sind die Bedingungen richtig getroffen, so bewirkt die Kultur eine Auslese oder Selektion in dem Ausgangsmaterial in dem Sinne, dass die gesuchte Art bald die Oberhand gewinnt und die übrigen, denen das Substrat schlecht bekommt, bald verdrängt. Die Kulturen werden dann an der spezifischen Art so reich, dass es kaum Schwierigkeiten bietet, dieselben aufzudecken und ihre Eigenschaften zu studieren. Erst dann sucht man sie weiter zu reinigen und schliesslich zu isolieren.

Das Clostridium Pasteurianum ist ein streng anaërober, sporenbildender, mit geringer Bewegungsfähigkeit ausgestalteter, zu den Buttersäurefermenten gehörender Organismus. Er vermag in stickstoffreien Nährmedien zu leben unter Assimilation des atmosphärischen Stickstoffs, indem er Zucker in einem gewissen Verhältnis zur Stickstoffassimilation vergärt. Dabei dient ihm als Kraftquelle zur Assimilation des Stickstoffs die bei der Gärung des Zuckers frei werdende Energie.

Bemerkenswert ist, dass das, wie bereits erwähnt, streng anaërobe Clostridium Pasteurianum auch aërob gezüchtet werden kann, doch nur bei Gegenwart von andern aëroben, den Sauer-

stoff absorbierenden Mikroorganismen, ein Verhältnis, das wohl den natürlichen Bedingungen im Boden entspricht.

Im verflossenen Jahre hat Winogradsky eine genaue Darstellung der Morphologie der Clostridium Pasteurianum und seiner Eigenschaften als Buttersäureferment gegeben. Als beste Nährlösung verwendet Winogradsky eine solche von folgender Zusammensetzung:

Kaliumphosphat 1,0,
Magnesiumsulfat 0,2,
Chlornatrium, Eisensulfat, Mangansulfat sehr geringe Spuren.
Dextrose 20,0,
Destilliertes, ammoniakfreies Wasser 1 l.

Dieser Lösung wird frisch gewaschene Kreide im Überschuss zur Neutralisation der bei der Gärung entstehenden Säuren zu-

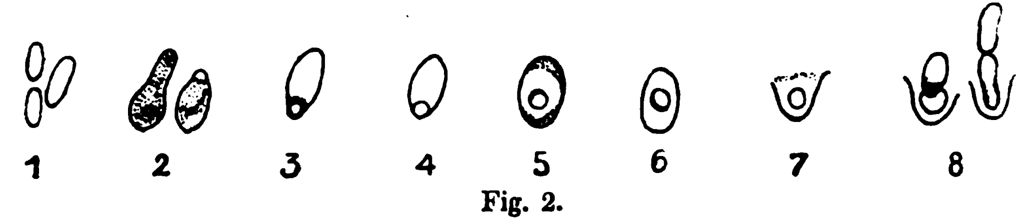


Fig. 2.
Clostridium Pasteurianum Winogradsky.
Schematische Figuren. Nach Winogradsky. Erklärung im Text.

gegeben. In einer solchen Nährlösung werden für 1 g vergorenen Zuckers $2^1/_2$—3 Milligramm Stickstoff gebunden.

Die Wichtigkeit und das grosse Interesse, welches das Clostridium Pasteurianum für Theorie und Praxis hat, rechtfertigt es wohl, dass wir dasselbe etwas näher betrachten, umsomehr, als dieser Bazillus nach Winogradskys Angaben einen der höchst differenzierten bakteriellen Organismen darstellt.

Winogradsky unterscheidet acht Stadien seines Entwicklungszyklus, die durch die beistehenden schematischen Figuren 1—8 illustriert werden; er beschreibt dieselben folgendermassen:

„Stadium 1. Junge Bazillen meistens 1,2—1,3 μ (1 μ = $^1/_{1000}$ mm) dick, 1,5—2 μ lang; bleiben bei günstigen Bedingungen gewöhnlich kurz infolge der wiederholten lebhaften Teilungen; sie sind meistens gerade, zylindrisch, mit abgestutzten Enden; färben sich rasch und intensiv mit gewöhnlichen basischen Anilinfarben. Jod lässt sie gelb. Das ist das Stadium der Vermehrung des Mikrobiums, das eigentliche Propagationsstadium. Dies dauert.

durch immerwährende Zweiteilungen neu entstehend, bis die Vermehrung und auch die Gärung ihren Höhepunkt erreicht hat. Mit dem Aufhören der Teilungen wird das nächste Stadium eingeleitet.

Stadium 2. Die verlängerten Stäbchen, statt sich zu teilen, haben sich zur Spindelform aufgebläht (daher die Bezeichnung Clostridium vom griechischen κλωστήρ, Spindel), in dem gleichzeitig ihr Plasma das charakteristische körnige Aussehen bekommt. Anilinfarben färben jetzt schwächer, durchsichtiger, dagegen ruft Jod die intensive violettbraune Färbung hervor.

Stadium 3. Es tritt an einem Pole der Spindel ein sporogenes Korn (in Einzahl) auf, das gleich bei seinem Auftreten die ovale Form der fertigen Sporen besitzt, doch kleiner ist; Methylenblau färbt es fast schwarz, die übrigen Teile der Zelle dagegen hellblau. Umgekehrt wird durch Jod der durch Methylenblau hell gefärbte Teil ganz dunkel violettbraun, das sporogene Korn fast farblos.

Stadium 4. Das sporogene Korn wird grösser und wendet sich ab; es färbt sich jetzt nur schwer mit gewöhnlichen Anilinfarben, behält aber schon etwas die Ziehlsche Färbung. Die Mutterzelle färbt sich noch mit Jod, aber schwächer.

Stadium 5. Die Spore bekommt ihre endgültige Grösse und liegt meistens nicht mehr polar, sondern mehr in der Mitte der Mutterzelle und ist mit einem hellen Hof umgeben. Jod gibt nur noch in der Peripherie einen schwachen violetten Saum oder gibt der Zelle ein eigentümliches marmoriertes oder gesprenkeltes Aussehen.

Stadium 6 beginnt mit dem Verschwinden der charakteristischen Jodfärbung. Die Spore ist reif und trotzdem zeigt die dieselbe umschliessende Mutterzelle keine Zeichen der Verquellung oder Zerstörung, wie man das so allgemein bei der endogenen Sporenbildung der Bazillen beobachtet; sie ist nunmehr mit einer hyalinen Substanz (um die Spore herum) gefüllt, immer aber scharf konturiert; die hyaline Substanz dagegen kaum. Nun wird, höchst wahrscheinlich durch die aufquellende „hyaline Substanz" die Membran der Mutterzelle an einem Pole gesprengt und weit geöffnet.

Stadium 7. Die reife Spore, 1,6 μ lang, 1,3 μ breit, liegt jetzt in einem abgerundet dreieckigen Gallertpolsterchen, der

„Sporenkapsel“ eingebettet, das an zwei Seiten scharfe und an der dritten — der Öffnung — verwachsene Konturen zeigt. Am schärfsten treten die Verhältnisse hervor, wenn man die reifen Sporen nicht in Flüssigkeit, sondern in feuchter Luft untersucht, indem man also das Wasser von unten unter dem Deckglase wegsaugt oder fast austrocknen lässt. Es kann selbstverständlich kein Zweifel aufkommen, dass diese Sporenkapsel ein Produkt der Metamorphose der Mutterzelle ist. Sobald man frisch gereifte, sowie mehrere Jahre alte Sporen in frische, zuckerhaltige Nährlösung unter anaëroben Bedingungen bringt, beginnt sofort die Keimung, welche in ganz charakteristischer Weise erfolgt. Die Spore schwillt bedeutend an und wird als erstes Zeichen der beginnenden Keimung, durch wässriges Methylenblau oder Gentiana färbbar. Dann wird die Sporenwand an dem gegen die Kapselöffnung gerichteten Pole der Spore durchlöchert und das junge Stäbchen tritt, die Sporenwand zurücklassend, aus dieser und der Sporenkapsel heraus.

Stadium 8. Es ist bemerkenswert, dass die polare Keimung immer in der Richtung gegen die Kapselöffnung erfolgt, woraus zu erhellen scheint, dass diese Richtung von dem Bau der Sporenkapsel bestimmt wird. Manchmal beginnt das noch in der Kapsel teilweise steckende Stäbchen sich sofort zu teilen und auf diese Weise entstehen Bazillenpaare, sowie kurze Ketten, auf deren einem Ende die Sporenkapsel wie ein Fingerhut noch aufsitzt.“

Wie diese Beschreibung zeigt, steht das Clostridium Pasteurianum den Amylobacter- und den Granulobacter-Arten morphologisch sehr nahe, nur in der Bildung und der Keimung der Sporen unterscheidet er sich von diesen so nahverwandten Formen. Das Clostridium Pasteurianum besitzt nach den Angaben Winogradskys zweifellos eine allerdings sehr begrenzte Schwärmfähigkeit. Wird der Organismus auf Kartoffeln oder Mohrrüben im Vacuum oder im sauerstoffreien Raume gezüchtet, so treten Involutionsformen, vermutlich infolge der gebildeten Fettsäuren auf. Setzt man die Kultur auf den bezeichneten Nährböden fort, so wachsen die Stäbchen immer mehr zu Fäden heran, während die Clostridium-Bildung und mit ihr die Sporenbildung zurücktritt. Endlich wird das Mikrobium gänzlich asporogen und es gelingt nicht wieder, die Fähigkeit Sporen zu erzeugen zu restituieren, es entsteht gleichsam eine asporogene Varietät. Nicht weniger interessant

ist, wie Winogradskys Untersuchungen zeigen, der Organismus in physiologischer Beziehung. Wie wir bereits erörtert, ist es ein obligat anaërobes Buttersäureferment mit der uns hier besonders wichtigen Eigenschaft, ohne gebundenen Stickstoff als Nahrung zu benötigen, den atmosphärischen Stickstoff assimilieren zu können.

Clostridium Pasteurianum gehört zu den am wenigsten polyphagen Buttersäurefermenten; es vermag nur Dextrose, Laevulose, Rohrzucker, Inulin, Galactose und Dextrin zu vergären. Dabei wird das Kohlehydrat unter fast ausschliesslicher Bildung von Buttersäure, Essigsäure, Kohlensäure und Wasserstoff gespalten. Auf die Fettsäuren entfallen dabei 42—45 % des Zuckers, wie sich Winogradsky ausdrückt, der Rest wird vergast. Als unbeständige Nebenprodukte treten geringe Mengen von verschiedenen Alkoholen und Spuren von Milchsäure auf. Eigentümlich ist, dass Clostridium Pasteurianum unter den gewöhnlichen Bedingungen eines anaëroben Gärversuchs gegen die Qualität der Stickstoffnahrung sehr empfindlich ist. In Gegenwart von Ammon als einziger Stickstoffquelle werden nur Dextrose, Rohrzucker und Inulin angegriffen.

Von den verschiedenen von Winogradsky ausgeführten Gärversuchen sei der folgende hier erwähnt:

40,0 Dextrose in 1000 ccm der oben angegebenen Salzlösung gelöst ergaben im Stickstoffstrome innerhalb 20 Tagen:

53,6 mg Gewinn an Stickstoff, davon entfallen auf den abfiltrierten Bodensatz 42,3 mg, auf das Filtrat selbst 11,3 mg. An flüchtigen Säuren, die nach Duclaux bestimmt wurden, waren 3,714 g Essigsäure und 14,164 g Buttersäure, insgesamt also 17,878 g erzeugt worden. Das Verhältnis der bei der Gärung auftretenden Gase, der Kohlensäure und des Wasserstoffs wechselt während deren Verlauf. So bestand das Gasgemisch bei einem Versuch am Anfang der Gärung aus 11,00 % Kohlensäure und 89,00 % Wasserstoff, während der Mitte aus 40,2 % Kohlensäure und 59,8 % Wasserstoff und am Schlusse aus 54,9 % Kohlensäure und 45,10 % Wasserstoff. Die Gärprodukte sind indes nicht konstant in den gegenseitigen Verhältnissen, sondern auch bei genau der gleichen Versuchsanstellung nach der Ausdrucksweise Winogradskys aus inneren Gründen verschieden. Auch über die Verbreitung des Clostridium Pasteurianum im Boden sind im Winogradskyschen

Institut Untersuchungen angestellt worden. Nach diesen findet man dasselbe nicht in jedem Boden. So konnte der Organismus in 18 aus verschiedenen Teilen Russlands stammenden Bodenproben nicht konstatiert werden. An seiner Stelle aber trat in diesen ein ähnliches, stickstoffassimilierendes Buttersäureferment auf, das Winogradsky ebenfalls als eine Clostridium-Art bezeichnet. Dieselbe konnte bisher nur unvollständig untersucht werden, da sie noch auf keinem festen Nährsubstrat gewachsen und deshalb ihre Reinkultur bis jetzt noch nicht gelungen ist.

Winogradsky ist der Ansicht, dass die beiden von ihm beobachteten Clostridium-Arten die einzigen Bodenbakterien sind. welche die Fähigkeit der Stickstoffassimilation besitzen. Im Gegensatz zu ihm schreibt Beyerinck diese Eigenschaft noch andern Missorganismen zu, diese als oligonitrophyle bezeichnend. Darunter versteht Beyerinck solche Mikroben, welche in freier Konkurrenz mit der übrigen Mikrobenwelt sich in Nährmedien entwickeln ohne absichtlich zugefügte Stickstoffverbindungen, aber auch ohne Entfernung der letzten Spuren derselben. Sie haben nach Beyerinck das Vermögen, den freien atmosphärischen Stickstoff binden und zu ihrer Ernährung verwenden zu können; es werden als solche Organismen nicht nur Bakterien, sondern auch niedere Algen bezeichnet. Beyerinck hat aus Gartenerde zwei oligonitrophyle Bakterien isoliert; den einen Organismus hat er als Azotobacter chroococcum, eine nach seinen späteren Ausführungen sehr variable Art, den andern als Azotobacter agilis bezeichnet.

Gerlach und Vogel haben aus verschiedenen Böden grosse Bazillen isoliert, welche die Eigenschaft der Stickstoffassimilation besitzen und die sie zur Azotobacter-Gruppe Beyerincks stellen. Ob diese eventuell mit den von Winogradsky aufgestellten stickstoffassimilierenden beiden Clostridium-Arten, von denen die zweite allerdings der näheren Untersuchung noch harrt, identisch sind oder ob es sich wirklich um verschiedene Organismen handelt. dürften erst eingehende Untersuchungen zeigen. Beyerinck hat dem bereits erwähnten Azotobacter chroococcum, den die Figur 3 in Reinkultur zeigt, zusammen mit A. van Delden eine grössere Studie gewidmet. Die beiden Forscher kommen zu dem Ergebnis, dass Azotobacter chroococcum in Reinkultur in einer stickstoffarmen Nährlösung nicht zu einer beträchtlichen Stickstoff-

assimilation befähigt ist und dass dessen Wachstum und Vermehrung darin, trotzdem die Kohlenstoffquelle noch lange nicht erschöpft ist, bald aufhört. Sie ziehen daraus den Schluss, dass die Vermehrung des Organismus in sogenannten Rohkulturen, d. h. zusammen mit andern Bodenmikroorganismen, die mit dem vollständigen Verbrauch der Kohlenstoffnahrung und Stickstoffbindung begleitet ist, auf der Symbiose mit anderen Mikroben beruhe. Die Symbionten werden in sporenbildende, zur Gattung Granulobacter gehörende, und in sporenlose unterschieden, wovon Aërobacter aërogenes und Bazillus radiobacter, eine als neu und als formenreich bezeichnete Art, in ihrem Verhalten weiter verfolgt werden.

Alle Granulobacter-Arten, sowohl die aëroben, wie die anaëroben besitzen nach der Angabe von Beyerinck an und für sich schon die Fähigkeit, den freien Stickstoff zu binden; doch zeigen sie erst bei der Symbiose mit Azotobacter chroococcum ihre Fähigkeit in dieser Beziehung in Vollendung. Aërobacter aërogenes und Bacillus Radiobacter dagegen können in Reinkultur keinen Stickstoff binden, erlangen diese Fähigkeit aber bei der Symbiose mit Azotobacter chroococcum. Über die Symbiose von Granulobacter-Arten und Azotobacter chroococcum bemerken die Forscher, dass die Anzahl der Granulobacter-Bazillen, welche in der Nährlösung zum üppigen Wachstum von Azotobacter genügen, so gering sei, dass man sie zwischen den Tausenden Azotobacterzellen mikroskopisch nur schwierig finden könne. Daraus schliessen sie: „Es scheint ausgeschlossen, dass die Bedeutung der Symbiose mit Azotobacter chroococcum für die stickstoffbindenden Bakterien ausschliesslich in einer Herabsetzung des Sauerstoffdrucks durch das intensive Wachstum der letzteren gelegen sein kann, obschon es feststeht, dass diese Herabsetzung für die Stickstoffbindung, wenigstens für Granulobacter sicher günstig ist."



Fig. 3.
Azotobacter chroococcum Beyerinck.
Bakterien aus einer jungen Kultur nach 24 Stunden; nach dem Photogramm Beyerincks gezeichnet. 1000fache Vergr.

Man müsste daraus die Folgerung ziehen, dass das erste Assimilationsprodukt des freien Stickstoffs eine Stickstoffverbindung ist, welche in der Flüssigkeit ausserhalb der erzeugenden Bakterien in freiem Zustand vorkommt und für alle diejenigen

Mikroben oder andere Organismen erreichbar ist, welche damit ihr Stickstoffbedürfnis befriedigen können, so dass hier der eine Organismus (Bakterie) die Leguminose vertreten würde. Welcher Art dieses Stickstoffassimilationsprodukt ist, kann man sich zur Zeit nur in beweislosen Vermutungen ergehen.

Aus diesen Untersuchungen, deren Richtigkeit vorausgesetzt, müssen wir den wichtigen Schluss ziehen, dass die sogenannten oligonitrophylen Mikroorganismen das von den Buttersäurebakterien, denen Beyerinck ganz allgemein das Stickstoffbindungsvermögen zuschreibt, erzeugte Stickstoffassimilationsprodukt in sich aufnehmen, während die stickstoffbindenden Organismen dies selbst gar nicht oder nur in ganz bescheidenem Masse zu tun vermögen. Nur das Clostridium Pasteurianum soll hierin eine wesentliche Ausnahme machen, indem es sein Stickstoffassimilationsprodukt selbst aufzunehmen vermag. Diese Eigenschaft soll nun Azotobacter chroococcum, das im Boden nach Beyerinck und van Delden ganz allgemein vorkommt, in ganz hervorragender Weise besitzen und zwar soll der gebundene Stickstoff in Azotobacter chroococcum in der Hauptsache als Protoplasma gegenwärtig sein. Im Boden soll nun nach den weiteren Ausführungen von Beyerinck und van Delden „dieses Bakterieneiweiss durch andere Bakterien zu Ammonsalz abgebrochen werden," das dann durch die Nitrifikationsorganismen in Nitrat übergeführt würde; auf diese Weise würde also in kurzer Zeit der freie atmosphärische Stickstoff in Nitrat verwandelt.

Für die Stickstoffgabe ist aber nach den allerdings sehr hypothetisch ersheinenden Ausführungen der Azotobacter chroococcum und seine Analogen zu uns unbekannten Gegendiensten den stickstoffbindenden Bakterien gegenüber verpflichtet, so dass also nur in dieser Symbiose und in der dazu nötigen Akkomodation der beiden Organismen die Stickstoffestlegung stattfinden kann und damit ein ähnliches Verhältnis existiert wie bei den Knöllchenbakterien der Leguminosen.

Diesen Angaben und Schlussfolgerungen Beyerincks und van Delden haben Gerlach und Vogel widersprochen. Sie sind auf Grund ihrer Beobachtungen wieder zu dem bereits oben angeführten Ergebnis gelangt, dass Azotobacter chroococcum in Reinkultur zur Stickstoffassimilation befähigt ist. Diese soll nach der Ansicht der beiden Forscher im Innern des Bakterienleibes

durch direkte Anlagerung des elementaren Stickstoffs an organische Kohlenstoffverbindungen erfolgen. Die auf diese Weise gebildeten stickstoffhaltigen Stoffe sollen dann in der Zelle in Eiweiss übergeführt werden, das erst nach dem Absterben der Bakterien in gewöhnlicher Weise abgebaut und in Verbindungen übergeführt würde, die auch unseren Kulturgewächsen bei ihrer Ernährung zugänglich sind.

Wenden wir uns jetzt zur Stickstoffbindung durch die Knöllchenbakterien der Leguminosen. Schon die alten Römer wussten, dass Hülsenfrüchte den Boden verbessern und der bekannte und verdiente Schultz-Lupitz hat in richtiger Erkenntnis der grossen Bedeutung derselben, speziell für die Kultur leichter Böden die Gründüngung mit Leguminosen in sein Wirtschaftssystem mit bestem Erfolg eingeführt. Es war sodann das grosse Verdienst von Hellriegel und Willfahrt, gezeigt zu haben, dass die Hülsenfrüchte betreffs der Stickstoffernährung sich anders verhalten, wie die Halmfrüchte, dass die ersteren im Gegensatz zu den letzteren den Stickstoff der Luft zu ihrer Ernährung zu verwenden vermögen und dass sie an ihren Wurzeln normal kleinere oder grössere Anschwellungen, Knöllchen besitzen (vergl. Fig. 4 und 5) von deren Zahl und Ausbildung das Gedeihen der ganzen Pflanze abhängt. Die diesbezüglichen klassischen Untersuchungen sind in den Jahren 1884—1886 ausgeführt. Woronin hatte 1866 zuerst erkannt, dass im Innern der Zellen dieser Knöllchen massenhaft Bakterien leben, deren erste Reinkultur Beyerinck 1888 auf Leguminosenblätterabsud-Gelatine gelang. Prazmowski, dem wir wichtige Untersuchungen über das Eindringen der Bakterien in die Wurzel und über die Entwickelung der Knöllchen verdanken, erzeugte einige Jahre später mit Reinkulturen an Hülsenfrüchten typische Wurzelknöllchen. Dass diese, die bereits von Malpighi im Jahre 1687 erwähnt werden, in sterilisiertem Boden nicht erscheinen, hat zuerst Frank konstatiert. Es ist nicht möglich, hier weiter auf die vielseitige und interessante Literatur über die Wurzelknöllchen der Leguminosen einzugehen. Eine verdienstliche Zusammenstellung derselben, sowie über die Assimilation des freien elementaren Stickstoffs überhaupt hat E. Jacobitz im VII. Bande (1901) der zweiten Abteilung des Zentralblattes für Bakteriologie, Parasitenkunde und Infektionskrankheiten Seite 783 u. f. gegeben.

Die in den Wurzelknöllchen der Hülsenfrüchte lebenden Bakterien dürften, wie zuerst Beyerinck angenommen hat, wohl alle der von diesem als Bacillus radicicola bezeichneten Stammart angehören. Vielfach ist diese Frage erörtert und verfolgt worden, besonders Nobbe und Hiltner haben sich eingehend damit beschäftigt. In letzter Zeit hat Buhlert diesbezügliche Untersuchungen mit folgendem Ergebnis ausgeführt:



Fig. 4.

Wurzeln mit Bakterienknöllchen.

a. Keimpflanze der Futterwicke (Vicia sativa).
b. Keimpflanze der Erbse (Pisum sativum).
c. Robinie (Robinia Pseud-Acacia)
I. Wurzel mit jungen Knöllchen.
II. Alte Knöllchen.
d. Schwarz-Erle (Alnus glutinosa).
1/2 der natürl. Grösse. Nach der Natur gezeichnet von Rudolf Dittmann.

1. Die Bakterien der Leguminosenknöllchen gehören sämtlich einer Art Bacillus radicicola Beyerinck an.

2. Die aus den Knöllchen einer bestimmten Leguminosenspecies stammenden Bakterien sind gerade dieser Art scharf angepasst.

3. Wegen dieser Anpassung an die Art kann eine gegenseitige Vertretung der Bakterien, die von der Arteinheit abgeleitet werden müsste, nicht ohne weiteres statthaben.

Demnach würden wir also die den einzelnen Leguminosenspezies angepassten Bakterien als Rassen einer Stammart auffassen müssen. Allerdings fehlt es nicht an Forschern, die auf Grund von Untersuchungen dieser Ansicht widersprechen. So behauptet Déhérain, dass die Wurzelknöllchen der gelben Lupine von nur für diese spezifischen, von denen der blauen und weissen Lupine verschiedenen Bakterien erzeugt werden, aus welchem Grunde die Einführung der Kultur der gelben Lupine auf Böden, die noch nie vorher damit bebaut gewesen, auf grosse Schwierigkeiten stosse. Auch Thiele zieht aus der Beobachtung, dass in demselben Boden perennierende Lupinen unter normaler Knöllchenbildung sich gut entwickelten, während einjährige Lupinen nicht gediehen, den Schluss, dass die für die letzteren spezifischen von denen der mehrjährigen Lupine verschiedenen Bakterien nicht vorhanden waren. Es ist also trotz der vielen, über die Knöllchenbakterien ausgeführten Arbeiten die Frage noch nicht als gelöst anzusehen.

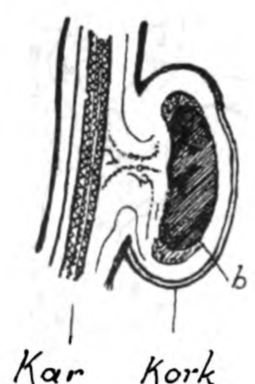


Fig. 5.
Längsschnitt eines jungen Lupinenknöllchens mit Bakteriengewebe (b).
Kar: Gefässbündel,
Kork: Korkgewebe.
(Nach Tschirch.)

Im Boden sind die Organismen, wie wir aus dem Gedeihen der Hülsenfrüchte in den meisten Böden schliessen müssen, jedenfalls sehr weit verbreitet; wo sie nicht vorhanden sind, gedeihen auch keine Leguminosen. Man kann diesem Übelstand durch Übertragung von Erde, der sogenannten Impferde aus Feldern, auf denen Leguminosen gut gedeihen und die man als leguminosensicher bezeichnet, oder durch Impfung der betreffenden Äcker mit Wurzelknöllchen-Reinkulturen in der Regel abhelfen.

Verfolgen wir nun diese überaus wichtigen und merkwürdigen Organismen und ihr Verhalten bei künstlicher Kultur und im Boden, soweit die Verhältnisse in letzterer Beziehung erforscht sind; allerdings harrt hier trotz der vielen Untersuchungen über diese Bakterien noch mancher Punkt der Aufklärung. Wie bereits erwähnt, gedeihen die Mikroben auf künstlichen Nährböden von passender Zusammensetzung; am besten hat sich hier ein Absud von Leguminosenblättern mit 7 % Gelatine ½ % Rohr-

zucker und $^1/_4$ % Asparagin bewährt. Die Kolonien sind nach Migula ziemlich gross, trübe, weiss, durchscheinend feucht, rundlich oder unregelmässig umrandet von wenig charakteristischem Aussehen. Unter dem Mikroskop sind sie glatt, fast strukturlos erscheinend; die Kolonien verflüssigen Gelatine nicht. Beyerinck beobachtete in diesen künstlichen Kulturen zweierlei Gebilde, kleine, sehr bewegliche, die er als Schwärmer bezeichnet, die jedoch von andern Forschern in der Kultur nicht gefunden werden konnten, und grosse Stäbchen. Diese letzteren haben nicht immer die regelmässige Stäbchenform, häufig zeigen sie gelappte Formen und verschiedenartige, gabelige Verzweigungen, wie sie in den Zellen der Wurzelknöllchen lebenden Bakterien eigen sind. (Vergl. Fig. 7 v, x, y.) Man hat sie als Bakteroiden bezeichnet und als Involutionsformen aufgefasst. Ihre Bildung soll nach den Beobachtungen von Hiltner und Stutzer durch Zusatz von Leguminosenwurzelextrakt sowie von organischen

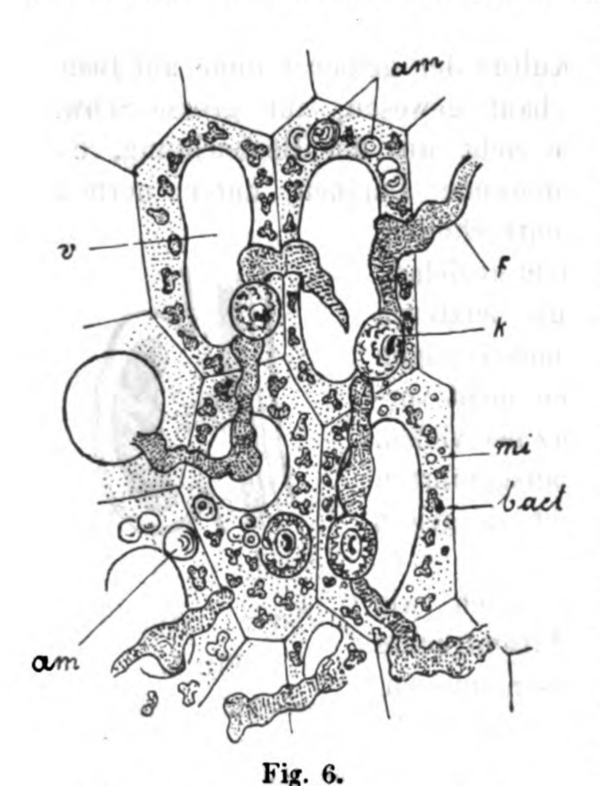


Fig. 6.
Schnitt durch das Bakteroiden-Gewebe von Lathyrus silvestris.
k. Zellkerne mit Kernkörperchen, am. Stärkekörner, mi. Mikrosomen, v. Vacuole, f. Infektionsfäden, bact. Bakteroiden. 400fache Vergr. Nach Beyerinck.

Säuren und sauren phosphorsauren Salzen begünstigt werden. Im Boden sollen nun die bereits erwähnten Schwärmer angelockt durch von den Wurzelhaaren ausgeschiedene Stoffe sich an den letzteren ansammeln, sie ihrerseits alsbald durch Ausscheidungen zu eigentümlichen Verkrümmungen und Verzerrungen veranlassend. Die Schwärmer gelangen dann durch die so gelockerte Membran der Wurzelhaare in dieselben, wo sie sich alsbald vermehren und die sogenannten Infektionsfäden (vergl. Fig. 6) erzeugen. Diese stellen Stränge von schleimumhüllten Bakterienkolonien dar, die

durch Verschmelzung der gequollenen äusseren Membranschicht der an der Aussenseite dieser fadenförmigen Kolonien befindlichen Bakterien gebildet wird. Der Infektionsfaden dringt nach Durchwachsung des Wurzelhaars in die Rindenzellen der Wurzeln ein, unter eigener Vermehrung diese zu lebhafter Vermehrung anregend, deren Produkt die bekannten Wurzelknöllchen darstellen. In den grossen Zellen des sogenannten Bakteroidengewebes (vergl. Fig. 6 und 7) nehmen die Bakterien die uns bereits bekannten als Bakteroiden bezeichneten Involutionsformen an. Bei manchen Leguminosen erfolgt die Knöllchenbildung ohne Infektionsfaden durch einzelne direkt nach dem Eindringen in die Wurzelhaare vorwärts dringende Bakterien.

Wie gestaltet sich nun das Verhältnis zwischen Wirt und Gast, zwischen der Leguminose und den Bakterien? Die erstere liefert den ihre Gastfreundschaft geniessenden Spaltpilzen Zucker und wahrscheinlich noch andere Nährstoffe zu ihrer Ernährung, die Bakterien verwenden die bei der Zersetzung des Zuckers freiwerdende Energie zur Fixierung des Stickstoffs, von dem die Wirtpflanze einen grossen Teil in für sie brauchbarer Form als Gegengabe empfängt. Bei diesem Verhältnis gedeihen beide Symbionten sehr gut und der Boden kann auf diese Weise eine schätzenswerte Stickstoffbereicherung erfahren.

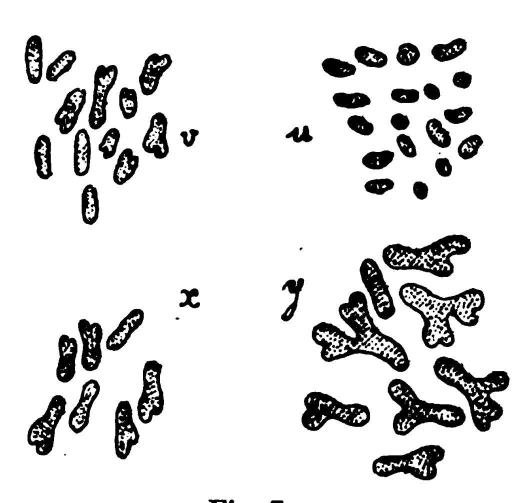


Fig. 7.
Bakterien und Bakteroiden aus einem Wurzelknöllchen von Vicia sativa.
700fache Vergr. Nach Beyerinck.

Ausser bei den Leguminosen, von welchen bisher nur Gleditschia frei von Wurzelknöllchen gefunden wurde, hat man solche Gebilde noch bei der Erle, bei den Ziersträuchern Elaeagnus und Hippophaë, sowie bei Podocarpus, einer Konifere gefunden. Neuerdings hat dann A. Trotter noch bei der im Orient heimischen Datisca cannabina solche Wurzelanschwellungen beschrieben. Die Knöllchenpilze dieser Pflanzen sollen von denen der Leguminosen verschieden sein. Kurz berührt sei hier die vielfach diskutierte

Frage, ob ausser bei den erwähnten Pflanzen noch bei andern der freie atmosphärische Stickstoff durch die Vermittlung von Mikroorganismen in irgend einer Form nutzbar gemacht werden könne. Man hat vielfach die Anschauung vertreten, dass die Stickstoffassimilation mittels Symbiose zwischen Bakterien oder Fadenpilzen und höheren Pflanzen in der Natur sehr verbreitet sei. Besonders die von Frank zuerst beobachtete, von ihm als Mykorrhiza bezeichnete Umhüllung der feinen Wurzeln vieler Waldbäume, des Heidekrautes u. s. w. soll eine derartige Symbiose sein, bei welcher das Verhältnis zwischen Pilz und höherer Pflanze ähnlich sei dem von Knöllchenbakterien und Leguminosenpflanzen. Einwandfreie, diese hochinteressante Frage in positivem oder negativem Sinne sicher entscheidende Untersuchungen liegen zur Zeit leider nicht vor.

Man hat versucht die stickstoffsammelnden Bakterien in Reinkultur zu züchten und den Boden damit zu impfen. Nitragin und Alinit stellen solche Bakterienkulturen vermischt mit ihren Nährböden dar. Das Nitragin, welches Nobbe und Hiltner seinen Namen und seine Anwendung verdankt, ist eine solche Reinkultur von Knöllchenbakterien; sie soll die bereits erwähnte Impferde ersetzen und den Anbau von Leguminosen in Böden, wo diese sonst nicht gedeihen, ermöglichen. Das Alinit sind die Sporen einer Reinkultur eines von Caron aus dem Boden seines Gutes Ellenbach gezüchteten Stäbchenbakteriums, vermischt natürlich mit dem Nährboden, das die Fähigkeit der Stickstoffbindung besitzen soll. Die damit gemachten Erfahrungen sind widersprechend. Neuerdings hat die chemische Fabrik Bayer & Co. in Elberfeld, welche die Darstellung des Impfdüngers betreibt, zur Erhöhung der Wirksamkeit des Alinits einen Alinit-Bacillus β in den Handel gebracht, der zugleich mit dem erwähnten, als Alinit-Bacillus α bezeichneten stickstoffbindenden Stäbchenbakterium dem Boden eingeimpft wird und der eine ähnliche Rolle spielen soll, wie nach Beyerincks Auffassung Azotobacter chroococcum gegenüber Granulobacter-Arten und Radiobacter oder auch umgekehrt. Die Frage, ob die Alinitbakterien als selbständige Art aufzufassen sind oder nicht, hat zahlreiche Untersuchungen veranlasst, die vor allem das wenig erfreuliche Resultat hatten, zu zeigen, wie überaus schwierig zur Zeit noch die sichere Bestimmung vieler Bodenbakterien ist. Heinze, der sich in letzter Zeit mit dieser

Frage beschäftigt hat, gelangt, wie vor ihm Kolkwitz, zur Ansicht, dass die Alinitbakterien auf Grund ihres morphologischen und physiologischen Verhaltens als selbständige Art Bacillus Ellenbachensis *α* Caron in die Gruppe der Heubacillen einzurechnen seien. Es verdient hier noch erwähnt zu werden, dass die Bestrebungen in der Bodenbakteriologie neuerdings auch darauf gerichtet sind, das bei andern Pflanzen mit so gutem Erfolge angewandte Züchtungsprinzip auch bei den stickstoffbindenden Bakterien in Anwendung zu bringen, um auf diese Weise Rassen mit erhöhter Leistungsfähigkeit zu erhalten.

Der Stickstoff, den die bisher behandelten Bakterien in den organischen Kreislauf einführen, ist nach dem Stande unserer pflanzenphysiologischen Kenntnisse unseren Kulturpflanzen mit Ausnahme der Leguminosen oder der andern Wirtspflanzen von Knöllchenbakterien nicht direkt zugänglich. Die ersteren beziehen ihre Stickstoffnahrung in erster Linie und fast ausschliesslich in Form von Nitraten, deren Bildung aus organischen stickstoffhaltigen Substanzen die nächsten drei Bakteriengruppen vollziehen.

In der Form des Ammoniumsalzes ist zwar der Stickstoff unsern Kulturgewächsen zugänglich, jedoch ist diese Form nicht die gewöhnliche. Sehr interessante Beobachtungen über die Stickstoffernährung des Schimmelpilzes Aspergillus niger, die hier aus Rücksicht für das Interesse, das sie für unsere Ausführungen über die Eiweisszersetzung haben, teilweise kurz erwähnt sein mögen, hat Czapek veröffentlicht, der auf diesem Wege der Eiweisssynthese der Pflanze näher zu kommen sucht. Ausser den ersten Eiweisspaltungsprodukten haben sich vor allem die Aminosäuren, sowie die leicht in solche übergehenden Amide und Diamide als zum Aufbau des Eiweissmoleküls geeignete Substanzen erwiesen. Es folgen dann die Ammoniumsalze der Oxyfettsäuren; weniger geeignet sind die Säureamide bis zum Buttersäureamid, welches selbst bereits wie seine höheren Homologen unbrauchbar ist. Nur sehr wenig geeignet sind die Säurenitrile und die Ammoniumsalze der Fettsäuren. Czapek hat diese Skala nach den Gewichtsverhältnissen des bei Ernährungsversuchen mit den erwähnten Substanzen geernteten und getrockneten Pilzes aufgestellt.

Das Ausgangsprodukt für die Salpeterbildung im Boden ist das Ammoniak, das seinerseits das Produkt der sogenannten ammoniakbildenden Bakterien ist.

Bei diesen unterscheiden wir zwei Gruppen:

1. Bakterien, die amidartige Stickstoffverbindungen, deren wichtigste Vertreter der Harnstoff, die Harnsäure und die Hippursäure sind, unter Bildung von Ammoniaksalzen zu zersetzen vermögen. (Harnstoffvergährer.)

2. Bakterien, welche die kompliziert zusammengesetzten Eiweisskörper und deren Spaltungsprodukte unter Ammoniakbildung abbauen. (Peptonisierende Bakterien.)

Geringe Ammoniakmengen können auf biologischem Wege dann noch bei dem später zu behandelnden Denitrifikationsvorgang aus dem Oxydationsprodukt des Ammoniaks, dem Nitrat, zurückgebildet werden, was der Vollständigkeit halber hier erwähnt sei. In der Regel entweicht bei dem erwähnten Prozess der Stickstoff in elementarer Form, doch kann die Reduktion auch bis zur Bildung von Ammoniak gehen.

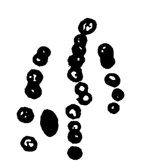


Fig. 8. Micrococcus ureae Cohn. Nach Migula.

Die ammoniakbildenden Bakterien sind in der Natur sehr verbreitet; dem Ackerboden werden sie ausserdem bei der Düngung mit tierischen und menschlichen Auswurfstoffen stets in reicher Menge zugeführt. Beim Lagern des Düngers können dieselben durch ihre Tätigkeit dessen Wert bedeutend schädigen, indem das von ihnen gebildete Ammoniumkarbonat sich sehr leicht in Ammoniak und Kohlensäure dissoziert. Die längst bekannte, als ammoniakalische Harngärung bezeichnete Zersetzung des Harnstoffs, dieses Endproduktes des menschlichen und tierischen Stoffwechsels, wurde als ein chemischer Vorgang angesehen, dessen Wesen in der Aufnahme von Wasser und in der Umlagerung der Atome zu Ammoniumkarbonat bestehe. Im Jahre 1862 erkannte Pasteur, dass die Harnstoffgärung ein biologischer Prozess ist, als dessen Erreger er einen Micrococcus entdeckte. Cohn hat diesen später Micrococcus ureae (vgl. Fig. 8) genannt.

Miquel zeigte dann, dass die Fähigkeit der Harnstoffvergärung gegen 60 verschiedenen, zum Teil sehr verbreiteten Bakterienarten und sogar einigen höheren Pilzen zukommt. Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Arten ist sowohl was die Gärschnelligkeit als auch was die Masse des vergärten Harnstoffs betrifft, sehr verschieden. In beiden Beziehungen steht der allenthalben anzutreffende Urobacillus Pasteurii (Fig. 9) oben an, welcher in einer

zweiprozentigen Harnstoffpeptonbouillon 3 g Harnstoff in der Stunde vergärt. Er vermag bis 140 g Harnstoff im Liter in Ammoniumkarbonat überzuführen. Der Vorgang wird durch ein von den Bakterien ausgeschiedenes, äusserst empfindliches Enzym, das Miquel als Urase bezeichnet hat, ausgelöst. Seine Existenz

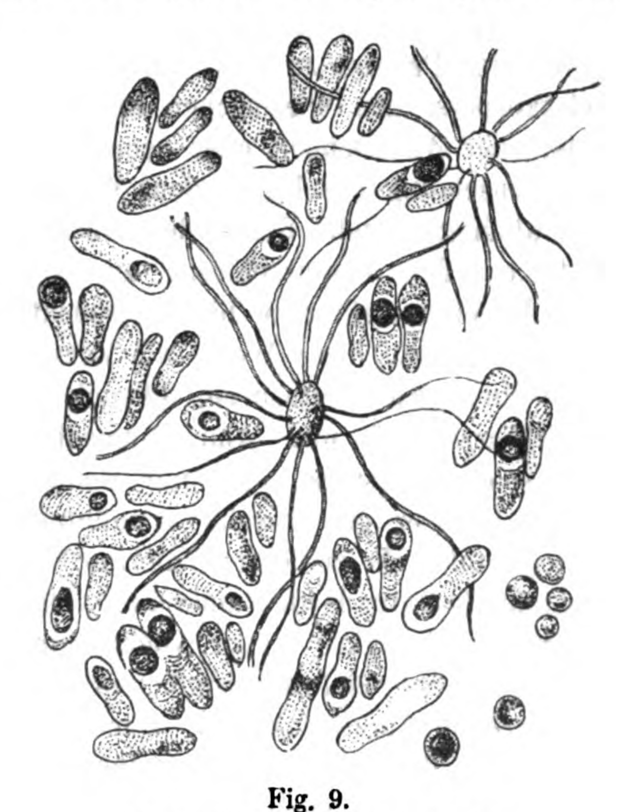


Fig. 9.

Urobacillus Pasteurii Miquel.

In der Mitte und oben rechts sind die Cilien in ihrer wahrscheinlichen Gestalt am lebenden Bakterienkörper dargestellt. Alles übrige genau nach dem Leben. Rechts unten sechs vereinzelte kugelige Sporen. 2580fache Vergr. Nach Beyerinck.

und Wirkung hat zuerst Musculus im Jahre 1874 in dem Harn eines an Blasenkatarrh erkrankten Menschen beobachtet. Die Überführung des Harnstoffs in kohlensaures Ammonium möge folgende Formel veranschaulichen:

$$C \begin{cases} NH_2 \\ O \\ NH_2 \end{cases} + \begin{matrix} H_2O \\ H_2O \end{matrix} = C \begin{cases} ONH_4 \\ O \\ ONH_4 \end{cases}$$

Auch die Harnsäure und ihre Verwandten sowie die Hippursäure liefern bei der Zersetzung durch Bakterien Ammoniumkarbonat. Am schnellsten erfolgt dessen Bildung beim Harnstoff,

weniger schnell bei der Harnsäure und am langsamsten bei der Hippursäure, die unter Wasseraufnahme zuerst in ihre beiden Komponenten Benzoësäure und Glycocoll zerfallen soll.

Wenden wir uns nun zur zweiten, noch sehr wenig erforschten Gruppe unserer Ammoniakbildner, deren Vertreter das grosse Eiweissmolekül zu spalten vermögen. Diese Spaltung scheint ein überaus komplizierter Prozess zu sein, dessen Produkte von der Art des Eiweisskörpers, den spezifischen Eigenschaften der einzelnen Bakterien, der Anwesenheit oder dem Mangel von Sauerstoff, der Zusammensetzung des Nährbodens überhaupt, der Temperatur u. s. w. abhängig sind. Schon der grosse Liebig hat das Problem der bakteriellen Eiweisspaltung zur Erforschung der Konstitution des Eiweissmoleküls zu lösen versucht. Er und sein Schüler Popp erhielten auf diese Weise als Zersetzungsprodukte des Eiweiss Leucin, freie Fettsäuren, Phenol, Tyrosin, Indol, Scatol, Schwefelwasserstoff und Ammoniumsulfhydrat. Viele Forscher haben solche Versuche, aber nur wenige mit Reinkulturen, angestellt. Ausser den bereits erwähnten Spaltungsprodukten seien noch folgende erwähnt: Valeriansäure, Ortho- und Parakresol, Scatolessigsäure, Hydrocumarsäure, Methylmercaptan: als letzte gasförmige Produkte treten Kohlensäure, Wasserstoff, der bereits erwähnte Schwefelwasserstoff und das uns hier am meisten interessierende Ammoniak auf. Auch müssen wir hier noch an die Ptomaine, Toxine und Toxalbumine erinnern. Betreffs der die Eiweisspaltung auslösenden Bakterienarten liegen bis jetzt verhältnissmässig wenig sichere Beobachtungen vor. Auch die Frage, ob die einzelnen Arten die Eiweisspaltung bis zur Mineralisierung durchführen oder ob mehrere Arten daran beteiligt sind, ist noch nicht mit wünschenswerter Sicherheit gelöst. Es scheint, dass die Fähigkeit der Eiweisszersetzung, die man auch als Fäulnis bezeichnet hat, sehr vielen Bakterienarten zukommt.

Früher hat man die sogenannten Fäulnisbakterien unter dem die verschiedensten Arten vereinigenden Kollektivnamen Bakterium termo zusammengefasst. Zu den bekanntesten eiweissspaltenden Bakterien gehört der verbreitete Proteus vulgaris (Fig. 10), eine noch nicht genügend untersuchte Sammelspezies. Tyrothrix, der das Kaseïn spaltet und der bei dem Reifungsprozess des Käses eine wichtige Rolle spielt, Bacterium coli commune (Fig. 11), der bekannte Bazillus der Darmfäulnis. Die

Spaltung des Eiweissmoleküls, die Nencki als eine Hydratation bezeichnet, erfolgt durch die von Bakterien erzeugten sogenannten proteolytischen Fermente.

Sehr wenig bekannt sind bis jetzt die bakteriellen Zersetzungen der Glycoside, die als ebenfalls kompliziertere Stickstoffverbindungen hier erwähnt sein mögen; das Indican, das Glycosid der Indigopflanzen, soll durch Bakterien in Zucker und Indigoweiss gespalten werden.

Durch die Bildung des Ammoniaks aus den stickstoffhaltigen organischen Stoffen ist das Ausgangsmaterial für die als Nitri-

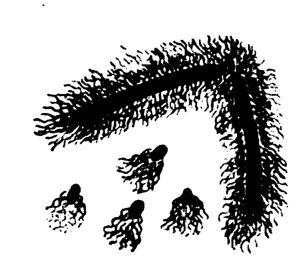


Fig. 10.
Proteus vulgaris Hauser.
(Bacillus vulgaris Migula.)
Faden und einzelne Zellen. 500fache Vergr.
Nach Migula.

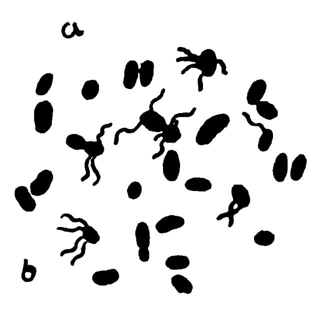


Fig. 11.
Bacterium coli commune Escherich.
730fache Vergr.
Nach Weichselbaum.

fikation bezeichnete Salpeterbildung im Boden geschaffen, welche die beiden nächsten Bakteriengruppen vollziehen. Chemisch betrachtet ist die Nitrifikation ein durch Mikroorganismen zur Energieerzeugung ausgelöster Oxydationsvorgang, dessen Verlauf durch folgende hypothetische Formel angedeutet sei:

$$\text{I.}\quad 2\,NH_3 + 3\,O_2 = N_2O_3 + 3\,H_2O$$
$$\text{II.}\quad N_2O_3 + O_2 = N_2O_5.$$

Die längst bekannte Nitrifikation hielt man für einen rein chemischen Oxydationsvorgang, bis im Jahre 1873 Alexander Müller die Vermutung aussprach, dass dieselbe ein biologischer Prozess sei. Seine Ansicht wurde vier Jahre später durch die Versuche von Schlössing und Müntz bestätigt, die auch bereits zeigten, dass das Minimum der Nitrifikation bei 5°, das Maximum bei 55° und das Optimum bei 37° liegt. Dass die Nitrifikation im sterilisierten Boden ausbleibt, hat zuerst Plath festgestellt. Allerdings gelang es den drei Forschern, wie manchen andern

trotz aller Anstrengungen nicht, die beteiligten Mikroorganismen zu züchten. Erst Winogradsky war es nach langem Bemühen und nach Schaffung der uns bereits bekannten elektiven Kultur vergönnt, die Nitrifikationsorganismen in Reinkultur zu erhalten und zu beobachten. Die bedeutenden und epochemachenden Untersuchungen Winogradskys sind in den Jahren 1890—1899 ausgeführt. Dabei bediente er sich der bekannten Kochschen Nährgelatine in ganz besonderer Weise. Die Wahrnehmung, dass in der bei den Züchtungsversuchen angewandten, im folgenden angegebenen mineralischen Nährlösung die Mikroorganismen sich hauptsächlich um die Magnesiumkarbonatteilchen entwickelten, veranlasste Winogradsky, die Nährgelatine mit einer solchen Kultur zu impfen und auf Platten auszugiessen. Er impfte dann wieder gerade von denjenigen Magnesiumkarbonatteilchen, um welche sich keine Keime entwickelt hatten, in die erwähnte mineralische Nährlösung ab.

Winogradsky stellte auf Grund seiner Untersuchungen fest, dass die Oxydation des Ammoniaks im Boden durch zwei von einander verschiedene Bakteriengruppen erfolgt: die Vertreter der einen oxydieren das Ammoniak zu salpetriger Säure, während die Angehörigen der anderen, durch eine grosse Empfindlichkeit gegenüber Ammoniak ausgezeichneten Gruppe die erzeugte salpetrige Säure zu Salpetersäure oxydieren. Winogradsky konstatierte dann ferner die hochwichtige Tatsache, dass die Nitrifikationsorganismen die Oxydation des Ammoniaks bei genügendem Sauerstoffzutritt am besten in einem nur aus anorganischen Substanzen zusammengesetzten Nährmedium vollziehen und dass selbst Spuren organischer Substanzen von den Bakterien sehr schlecht vertragen werden. Diese Beobachtung brachte Winogradsky auf den Gedanken, die Kochsche Nährgelatine, deren Anwendung bei den vielen Züchtungsversuchen der Nitrifikationsorganismen natürlich nicht zum Ziele führen konnte, in der angedeuteten Weise zur Erzielung von Reinkulturen anzuwenden. Da die an den Magnesiumkarbonatteilchen befindlichen Nitrifikationsorganismen in der Gelatine wegen ihrem Gehalt an löslichen organischen Stoffen sich nicht entwickeln konnten, so durfte man die gesuchten Bakterien an scheinbar keimfreien Partikeln des Magnesiumsalzes ohne Verunreinigung erwarten. Winogradsky bediente sich zur Reinkultur der zuerst von W. Kühne angegebenen Kieselsäure-

gallerte, die er bei den Nitritbildnern, die wir zuerst betrachten wollen, mit folgender Nährlösung tränkte: 1,0 Ammoniumsulfat, 1,0 Dikaliumorthophosphat, 5,0 Magnesiumkarbonat, 1 l Züricher Seewasser. Später hat Beyerinck die schwierig darzustellende Kieselsäuregallerte durch Agar ersetzt, der durch eine besondere Behandlung von allen löslichen organischen Bestandteilen befreit ist. Winogradsky hatte Agar bereits vorher zur Reinkultur der gegen lösliche organische Stoffe nicht in dem Grade, wie die Nitrosobakterien empfindlichen Nitrobakterien in Anwendung gebracht. Später bediente sich Omeliansky mit mineralischer Nährlösung getränkter Gipsmagnesiumplatten mit gutem Erfolg. Neuerdings hat der gleiche Forscher ebenfalls mit einer solchen Lösung angefeuchtetes Filtrierpapier, das er nach dem Vorgang von Beyerinck von löslichen Stoffen befreit, mit Erfolg zur Reinkultur des Nitritfermentes benutzt.

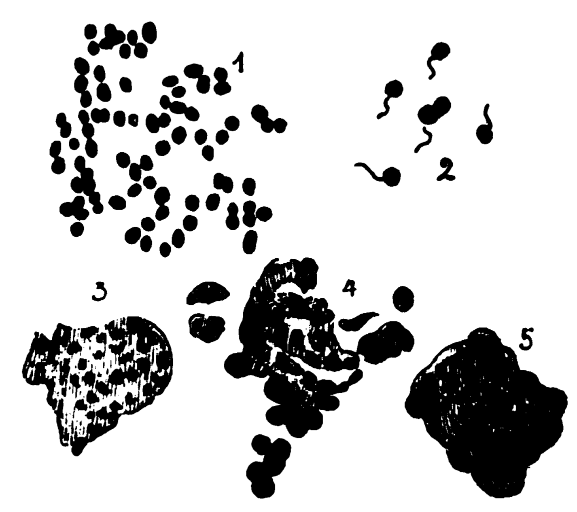


Fig. 12.
Nitrosomonas europaea Winogradsky aus Züricher Erde.
1. Mikroben in Minerallösung kultiviert. 2. Mikroben im Schwärmzustande. 3—5 Zoogloeenformen.
1, 2, 3, 5: 1000fache Vergr., 4: 125fache Vergr.
Nach Winogradsky.

Die Nitritbildner oder Nitrosobakterien sind im Boden sehr verbreitet. In Europa fand Winogradsky überall die gleiche Art, von ihm Nitrosomonas europaea (Fig. 12) genannt. Der Organismus stellt kurze, dicke, schwärmende oder zu festen Zoogloeen vereinigte Stäbchen von 1 μ Breite und 1,5—2 μ Länge mit einer kurzen, polaren Geisel dar. Sporenbildung ist bisher noch nicht beobachtet worden. Auf den festen Nährböden bilden die Bakterien sehr langsam wachsende kleine weissliche Kolonien. Sehr ähnlich, wenn nicht mit Nitrosomonas europaea identisch, sind die aus japanischen (Tokio) und nordafrikanischen (Tunis, Algier) Böden gezüchteten Nitritbildner. Bedeutend kleiner wie sein europäischer Kollege und mehr kugelig ist die aus javanischer

Erde erhaltene Nitrosomonas javanensis (Fig. 13); die Zellen haben einen Durchmesser von 0,5—0,6 μ, besitzen dagegen eine sehr lange Geissel, die oft die Länge von 30 μ erreicht. Die aus südamerikanischen und aus australischen Böden isolierten Nitrosobakterien sind unbegeisselte, keine Zoogloeen bildende Coccen, von Winogradsky als Nitrosococcus bezeichnet, von 1,5—2 μ Durchmesser. Es ist wohl anzunehmen, dass es im Boden ausser den angeführten, mehr als biologische, systematisch nicht einheitliche Arten zu betrachtenden Nitrosobakterien noch andere Ammoniak zu salpetriger Säure oxydierende Bakterien gibt.

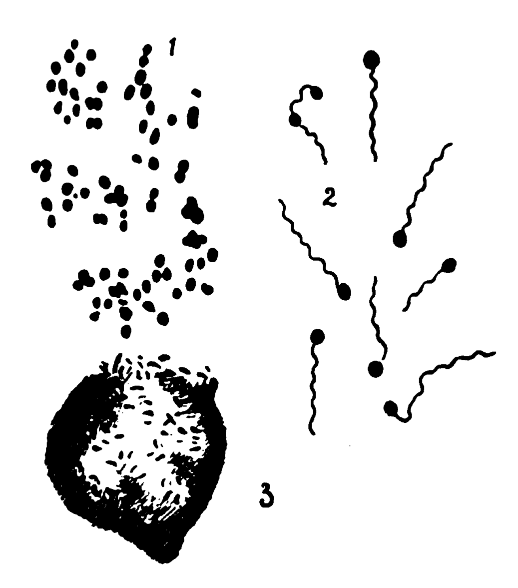


Fig. 13.
Nitrosomonas javanensis Winogradsky aus Erde von Java.
1. Mikroben aus einer nitrificierenden Flüssigkeit. 2. Mikroben im Schwärmzustande. 3. Zoogloea im Zustand des Zerfalls. 1000fache Vergr. Nach Winogradsky.

Die von den Nitrosobakterien erzeugte, in freiem Zustande unbeständige und giftige salpetrige Säure, die in den Kulturen durch das zugesetzte Magnesiumkarbonat, im Boden hauptsächlich durch Calciumkarbonat zu Nitriten abgesättigt wird, oxydieren die Nitrobakterien weiter zu Nitraten. Diese von Winogradsky als Bacterium Nitrobacter zusammengefassten Organismen finden sich in allen kultivierten Böden, und zwar nach der Angabe des Forschers stets in der gleichen Art. Es sind ausserordentlich kleine, mit den gewöhnlichen Farbstoffen sehr schwer färbbare, geissel- und sporenlose, unbewegliche, länglich ovale, öfters linsenförmige Bakterien von 0,5 μ Länge und 0,15—0,25 μ Breite, die in einen zarten Schleim eingebettet sind. Winogradsky gibt folgende Nährlösung an: 2,0 reines Natriumnitrit, 1,0 wasserfreies Natriumkarbonat, eine Messerspitze Kaliumphosphat, 1000 ccm Flusswasser. In dieser Kulturflüssigkeit bilden die Bakterien dünne, schleimige, den Gefässwandungen fest ansitzende Häutchen. Auf Kieselsäuregallerte oder auf Nitritagar bilden sie ganz ausser-

ordentlich kleine, erst bei stärkerer Vergrösserung sichtbare Kolonien. Zur Züchtung der Nitratbildner geht man nach Winogradsky am besten in der Weise vor, dass man von einer Erdprobe mehrere Agarplatten, und zwar mit verschiedenen Bodenmengen, herstellt und dieselben etwa vier Wochen in der feuchten Kammer bei etwa 30° hält. Ist nach dieser Zeit das Nitrit in Nitrat verwandelt, was sich leicht nachweisen lässt, so impft man von den typischen Kolonien in die angegebene mineralische Nährlösung ab, um dann weiter in der oben beschriebenen Weise vorzugehen.

Die Nitrifikationsbakterien sind ausserordentlich wichtige und in wissenschaftlicher Beziehung hochinteressante Organismen. Wichtig, weil sie das Ammoniak in die für die Pflanzenernährung so wichtige Nitratform überführen. Dabei kann keine Gruppe die andere vertreten (im Boden sind stets beide Gruppen nebeneinander vorhanden), die Nitrosobakterien vermögen das Ammoniak nur bis zur salpetrigen Säure zu oxydieren, während die Nitratbildner gegen Ammoniak sehr empfindlich und nur im stande sind, Nitrite in Nitrate überzuführen. Die oxydierende Wirkung der Organismen ist eine ganz spezifische und erstreckt sich nur auf die angegebenen Verbindungen des Stickstoffs. So vermögen die Nitratbildner nach den Untersuchungen von Omeliansky weder phosphorige noch schweflige Säure weiter zu oxydieren. Eine ganz besondere Stellung, die bis jetzt vielleicht nur bei den Schwefel- und Eisenbakterien, auf die wir später noch zurückkommen werden, ein Analogon hat, nehmen die Nitrifikationsorganismen in ernährungsphysiologischer Beziehung ein. Wir haben bereits gesehen, dass sie organische Verbindungen, stickstoffhaltige nicht ausgeschlossen, verschmähen und sich wie chlorophyllbesitzende Pflanzen vollständig von mineralischen Substanzen ernähren. Des Chlorophylls entbehren sie und assimilieren die Kohlensäure im Dunkeln ohne die Energie der Sonnenstrahlen zu benützen. Die Energie liefert ihnen gerade die Oxydation des Stickstoffs, der vermutlich in oxydierter Form zugleich ihren eigenen Stickstoffbedarf deckt. Den zum Aufbau des Zelleibes nötigen Kohlenstoff entnehmen sie, wie wir durch die Untersuchungen von Godlewski wissen, der atmosphärischen Kohlen-



Fig. 14. Bacterium Nitrobacter Winogradsky. 1000fache Vergr. Nach Winogradsky.

säure. Diese Kohlensäureassimilation steht in einem bestimmten Verhältnis zur Stickstoffoxydation, der Energiequelle. Nach Winogradskys Untersuchungen genügt im Mittel die Oxydation von 35,4 mg Stickstoff zur Assimilation von 1 mg Kohlenstoff. Dabei entweicht ein Teil des Stickstoffs in elementarer Form, wobei es sich wahrscheinlich um eine chemische Umsetzung der Stickstoffoxydationsprodukte mit Ammoniak handelt. Über den Mechanismus der bakteriellen Stickstoffoxydation sind wir noch vollständig im Dunkeln. Die Frage, ob die Bakterien vielleicht ein oxydierendes Ferment, eine Oxydase ausscheiden, wurde von Omeliansky bei den sich den Nitratbildnern gegenüber durch ihr energisches Oxydationsvermögen auszeichnenden Nitritbildnern mit negativem Erfolge geprüft. Auch die Möglichkeit, dass mehrere Oxydationsstufen aufweisende Schwermetalle eine Rolle bei der Oxydation spielen, fand Omeliansky bei seinen Versuchen nicht bestätigt. Es ist bekannt, dass solche Schwermetalle an der Oxydation von komplizierten organischen Verbindungen beteiligt sein können, wie man z. B auch dem Eisen im Hämoglobin eine derartige Wirkung zuschreibt. Omeliansky ging bei seinen Untersuchungen von einer Beobachtung Gabriel Bertrands aus, der bei der Lackase einen engen Zusammenhang zwischen dem Grade der oxydierenden Wirkung und ihrem Gehalte an Aschenbestandteilen, besonders an Mangan, das auch Omeliansky in seinen Versuchen benützte, erkennen liess.

Die Nitrifikationsbakterien führen, wie wir gesehen, den Ammoniakstickstoff in die zur Aufnahme durch den Organismus der grünen Pflanzen geeignetste Nitratform über. Aber nicht immer kommt aller im Boden vorhandene Salpeter wirklich den Pflanzen zu gut. Die fünfte Gruppe unserer Bakterien, die sogenannten Denitrifikationsbakterien, reduzieren das Nitrat unter Bildung von freiem Stickstoff und während wir bisher Organismen kennen gelernt haben, welche bei ihrem Stoffwechsel entweder den elementaren, atmosphärischen Stickstoff festlegen, ihn in den organischen Kreislauf einführend, oder solche, welche bereits gebundenen Stickstoff bei ihrer Lebenstätigkeit weiter verwenden und für seine Brauchbarmachung zur Pflanzenernährung tätig sind, haben wir uns jetzt mit solchen Organismen zu beschäftigen, die Nitrate reduzieren oder auch den Salpeterstickstoff ganz frei machen, ihn in die Atmosphäre zurücksendend und so den Kreislauf des Stickstoffs schliessend.

Der Vorgang der Denitrifikation ist bereits längere Zeit bekannt, wurde aber ebenso, wie die bereits behandelten, anderen biologischen Vorgänge im Boden für einen ohne jede Mithilfe von Organismen verlaufenden, rein chemischen Reduktionsprozess gehalten. Erst im Jahre 1882 wurden durch Gayon und Dupetit bestimmte Bakterien als spezifische Erreger der Denitrifikation ermittelt. Durch die Beobachtung von Paul Wagner im Jahr 1895, dass bei Versuchen mit künstlicher Stickstoffdüngung die gleichzeitige Anwendung von Stalldünger den Effekt bedeutend verminderte, wurde die Denitrifikation als ein wissenschaftlich hoch interessanter, für unsere Landwirtschaft aber schädlicher Vorgang vielfach Gegenstand der Untersuchung. Dabei zeigte es sich, dass es zahlreiche und darunter gemeine und verbreitete Bakterien gibt, die entweder für sich oder gemeinschaftlich mit andern Spaltpilzen die Stickstoffentbindung hervorrufen können. Aber nicht nur im Boden, auch im Wasser und im Meere hat man derartige Organismen tätig gefunden, wie man auch Nitrifikationsbakterien im Grunde des Meeres beobachtet hat. So hat Erwin Bauer bei seinen auf Veranlassung der Kommission zur Untersuchung der deutschen Meere ausgeführten Forschungen zwei Denitrifikationsbakterien aus der Ostsee isoliert und als neue Arten Bacterium Aktinopelte und lobatum beschrieben. Als Kulturflüssigkeit verwandte Bauer Muschelbouillon aus frischen Miesmuscheln mit 2 % Pepton und 0,25 % Calciumnitrit. Bacterium Aktinopelte ist nicht im stande, für sich allein in reiner Nitritbouillon zu denitrifizieren, sondern nur in Gegenwart von andern Bakterien, oder nach deren Abtöten durch Sterilisation in Anwesenheit ihrer Stoffwechselprodukte, sowie in Nitritbouillon, der bestimmte Kohlehydrate zugesetzt wurden. Der Organismus vermag unter diesen Bedingungen sowohl Nitrate wie Nitrite unter starkem Aufschäumen und unter Bildung von elementarem, gasförmigem Stickstoff zu zerlegen. Kulturen, die längere Zeit rein gezüchtet wurden, verloren allmählich die Fähigkeit Nitrat zu Nitrit zu reduzieren, konnten aber noch Nitrit zerlegen, wenn auch in verschieden hohem Grade. Bacterium lobatum vermag überhaupt nur Nitrit zu zersetzen und auch diese Fähigkeit soll es in der Reinkultur nach wenigen Wochen fast stets verlieren. Das Optimum liegt für beide Organismen zwischen 20—25°.

Interessante Beobachtungen über das Vorkommen von deni-

trifizierenden Bakterien im Meerwasser liegen ferner von Gran aus Beyerincks Laboratorium vor.

Wie bereits betont wurde, finden sich die Denitrifikationsorganismen in grosser Verbreitung; man fand sie in der Luft, im Wasser, im Boden, am Stroh, im Stalldünger, besonders im Pferdekot, kurz allenthalben und manchmal kann ihre Gegenwart und ihre Tätigkeit recht lästig werden. So hat F. Schönfeld als Ursache des sogenannten „chlorigen" Geruches des Bieres solche nitratreduzierende Bakterien ermittelt, die sich aber natürlich nur dann entwickeln können, wenn das Brauwasser Nitrate enthält. In der Melassebrennerei sind sie verschiedentlich als die Erreger der sogenannten Salpetersäuregährung aufgetreten, wobei an der Luft sich zu rotbraunen Dämpfen von NO_2 oxydierendes Stickoxyd entweicht. Die Rübenmelasse enthält bekanntlich stets geringere Mengen Nitrate. Im Stalldünger und im Boden kann die Entbindung des für die Ernährung unserer Kulturpflanzen so wichtigen Nitratstickstoffs unter den Denitrifikationsorganismen zusagenden Bedingungen bedeutenden Schaden anrichten. Doch kann man wohl sagen, dass die diesbezüglichen, auf Grund von Versuchen ausgesprochenen Befürchtungen glücklicherweise zu weit gingen, da speziell bei Versuchen in Kulturgefässen leicht gerade die Tätigkeit von salpeterreduzierenden Bakterien begünstigende Verhältnisse sich vorfinden, die denen in einem richtig bearbeiteten Ackerboden nicht ganz entsprechen. Die Frage, ob die im Stalldünger und im Boden sich vorfindenden Denitrifikationsbakterien identisch sind und ob die letzteren auch in ungedüngtem Boden längere Zeit sich zu erhalten vermögen, ist öfters mit verschiedenm Resultat geprüft worden. So ist Künnemann der Meinung, dass die denitrifizierenden Bakterien des Bodens verschieden seien von denen des Stalldüngers. H. Jensen vertritt die gegenteilige Ansicht, dass die Organismen mit dem Stalldünger auf das Feld gebracht werden und dass sie in ungedüngtem Boden nicht längere Zeit leben können. Als Beweis dieser Behauptung führt Jensen an, dass er nur mit gedüngter Erde Denitrifikation erhalten konnte. Karl Höflich, der neuerdings diese Frage einer Prüfung unterzogen hat, spricht sich dahin aus, dass die im Boden vorhandenen Denitrifikationsbakterien sich auch ohne alljährliche Düngung lebensfähig erhalten können und

dass die Bakterien des Bodens die gleichen sind, wie die des Stalldüngers.

Die Zahl der Bakterienarten, die den Salpeter zu reduzieren vermögen, ist sehr gross. Wir haben hier mit Absicht den Ausdruck reduzieren gebraucht. Wenn wir unter der Erscheinung der Denitrifikation eigentlich nur die Vorgänge zu besprechen haben, die mit der Entbindung von freiem Stickstoff abschliessen, so müssen wir bei dieser Gelegenheit doch auch der Tätigkeit derjenigen Bakterien gedenken, die Nitrat nur bis zum Nitrit zu reduzieren vermögen.

Unter diesen salpeterreduzierenden Bakterien gibt es nun also solche, die nur Nitrate zu Nitriten desoxydieren können, dann solche, die nur Nitrite unter Stickstoffentbindung reduzieren. Diese letzteren können also nur in Symbiose mit den ersteren oder mit Angehörigen der folgenden Gruppe den Salpeterstickstoff in Freiheit setzen. Als dritte Klasse gibt es dann noch Bakterien, die den Salpeter vollständig reduzieren können. Die Reduktion des Salpeters kann unter Umständen bis zur Ammoniakbildung gehen; mitunter entweicht der Stickstoff aber auch in Form von Stickoxyd.

Eine grosse Zahl von Mikroorganismen hat in letzter Zeit Albert Maassen auf ihre Fähigkeit, Salpeter zu reduzieren, untersucht. Von 109 zur Prüfung herangezogenen Arten besassen 85 die Fähigkeit, Nitrat zu Nitrit, 50 das Vermögen, Nitrit zu Stickstoff zu reduzieren. Die Leistungsfähigkeit der einzelnen Arten ist bei beiden Gruppen sehr verschieden. Unter den salpeterreduzierenden Bakterien sind sehr bekannte gemeine und auch pathogene Arten: Bacterium coli commune, der vielseitige Darmfäulniserreger (vergl. Fig. 11), der Typhusbacillus, der Cholerabacillus, der Erreger des blauen Eiters (Bac. pyocyaneus), die Erreger der Hühnercholera (Bac. cholerae gallinarum), des Rotzes (Bac. mallei), der Schweineseuche (Bac. suisepticus), der gelatinverflüssigende, fluoreszierende Bacillus (Bac. fluorescens liquefaciens), die gelbe Sarcine (Sarcina flava), der Wurzelbacillus (Bac. mycoides) u. s. w. Wie bereits erwähnt wurde, sind die salpeterreduzierenden Bakterien fakultative Anaërobionten; doch vermögen die meisten derselben die Desoxydierung des Nitrats bei Gegenwart von andern aërobiotischen Bakterien in Symbiose mit denselben auch bei Sauerstoffanwesenheit zu vollziehen. Es sei hier

als Beispiel das Bacterium coli commune genannt. Neben ihm findet sich in den Pferdefaeces regelmässig ein von Burri und Stutzer als Bacillus denitrificans I bezeichneter Spaltpilz (Fig. 15). Wird nun Bacterium coli commune allein in nitrathaltigen Nährsubstraten bei Luftabschluss gezüchtet, so vermag es den Salpeter nur bis zum Nitrit zu reduzieren. Wird der Organismus aber mit dem obligat aëroben Bacillus denitrificans I im gleichen Nährmedium bei Luftzutritt kultiviert, so tritt bei dieser Symbiose energische Entbindung von elementarem Stickstoff unter Aufschäumen auf.

Das Optimum der denitrifizierenden Tätigkeit der Bakterien ist bei den einzelnen Arten verschieden; bei dem sehr energisch wirkenden Bacillus pyocyaneus z. B. liegt es zwischen 35—37°, bei dem Bacillus fluorescens liquefaciens zwischen 26 – 30°, im allgemeinen zwischen 30—40°. Fördernd auf die Tätigkeit der salpeterreduzierenden Bakterien wirken Kohlehydrate, mehrwertige Alkohole, die Salze organischer Säuren, besonders die der Milchsäure und die Gegenwart geringer Mengen von Alkali. Salzmann, der auf Veranlassung von A. Stutzer die zwei denitrifizierenden Bakterien Bacillus Stutzeri und Hartlebi in dieser Beziehung untersucht hat, fand, dass die Organismen in 0,5 °/₀ Peptonlösung bei Zusatz von 1 °/₀ Milchsäure in Form des Kaliumsalzes 98 °/₀ des gebotenen Salpeters unter Stickstoffentbindung reduzierten und A. Maassen beobachtete, dass manche Bakterien überhaupt nur bei Gegenwart der erwähnten chemischen Verbindungen die Fähigkeit der Salpeterreduktion zeigen. Hemmend auf den Denitrifikationsvorgang wirkt reichliche Sauerstoffzufuhr.



Fig. 15.
Bacillus denitrificans I.
1000fache Vergr.
Nach Burri.

Über den Chemismus der Denitrifikation sind die Ansichten zurzeit noch geteilt. Zwei grundsätzlich verschiedene Theorien stehen sich gegenüber, nach der einen sind es Stoffwechselprodukte der Bakterien, welche die Stickstoffreduktion bewirken, nach der andern entreissen die Bakterien den Sauerstoff den ihn enthaltenden Molekülen, um ihn für sich zu benutzen analog dem Vorgang der intramolekularen Atmung. Die erstere Ansicht glaubt Curt Wolf dadurch bewiesen zu haben, dass er Analysen über den Sauerstoffverbrauch von denitrifizierenden Bakterien aus

der in den Kulturgefässen zur Verfügung stehenden Luft beim Vorhandensein und bei Abwesenheit von Salpeter ausführte. Dabei soll in beiden Fällen der Sauerstoffverbrauch derselbe sein, während bei Gegenwart von Nitraten weniger Sauerstoff aus der Luft entnommen sein müsste, wenn die Bakterien ihren Sauerstoffbedarf aus dem Salpeter decken würden. Man hat besonders die Hypothese vertreten, dass der bei vielen Bakterien als Stoffwechselprodukt auftretende Wasserstoff die Salpeterreduktion bewirke.

Die Annahme, dass die Reduktion der Nitrate zu freiem Stickstoff auf direkte Sauerstoffentnahme zurückzuführen sei, haben bereits Gayon und Dupetit ausgesprochen; H. Jensen, H. Weissenberg und andere Forscher sind dieser Auffassung beigetreten. Weissenberg sagt: „Die denitrifizierenden Bakterien besitzen die Fähigkeit, bei Mangel oder erschwerter Aufnahme von atmosphärischem Sauerstoff diesen aus Nitraten des Nährsubstrates zu entnehmen, so das Nitritmolekül zu spalten, was sich unter Entweichen von Stickstoff als Gärung zu erkennen gibt."

Wir ersehen aus dem über den chemischen Vorgang der Denitrifikation Angeführten, dass dieses Problem trotz der vielen über dasselbe ausgeführten Untersuchungen in seinem Wesen noch sehr wenig aufgeklärt ist. Es ist nicht als ausgeschlossen zu betrachten, dass eine Stickstoffentbindung aus dem Salpeter auf verschiedene Weise zu stande kommen kann. Auch die Reaktion des Nährsubstrates ist von grosser Bedeutung für den Verlauf der chemischen Prozesse. So hat Curt Wolf bei saurer Reaktion mit den verschiedensten Spalt-, Spross- und Schimmelpilzen die Zerstörung von Nitraten bei Zuckerzusatz beobachtet. Er meint deshalb, dass bei jeder Gärung, gleichviel durch welche Organismen dieselbe hervorgerufen werde, das in der Zuckerlösung vorhandene Nitrat zerstört werde. Indess handelt es sich nach den Ausführungen von H. Weissenberg hierbei nur um ganz geringe Salpetermengen, die auf diese Weise unter Stickstoffentbindung reduziert werden. Ganz anders verhalten sich aber die Bakterien, welche wir als denitrifizierende bezeichnet haben. Diese vermögen auch bei Gegenwart von Alkali die Salpeterreduktion zu bewirken und die Alkalescenz nimmt im Verlauf des Vorgangs noch erheblich zu. Ferner bedürfen sie nicht absolut eines Zuckerzusatzes zur Auslösung der Stickstoffentbin-

dung und vermögen, wie wir gesehen haben, ganz bedeutende Nitratmengen zu zerstören.

Mit der Denitrifikation ist der Kreislauf des Stickstoffs beendet; der Stickstoff kehrt in das unerschöpfliche Luftmeer zurück, um von neuem seine Wanderung zu beginnen. Das Werk der Bakterien aber ist es, dass das Verhältnis von freiem und gebundenem Stickstoff auf unserem Planeten in ewigem Gleichgewicht erhalten wird.

Aber nicht nur bei dem Kreislauf des Stickstoffs sind die Bodenbakterien tätig, sondern auch bei der steten Wanderung der in den organischen Verbindungen in erster Linie vertretenen Elemente des Kohlenstoffs, Sauerstoffs und Wasserstoffs sind sie beteiligt; im Boden und im Wasser fällt ihnen auch hierbei der Hauptanteil der Arbeit zu. Wir haben bisher bei der Betrachtung des Stickstoffkreislaufes die diesbezüglichen Leistungen der Spaltspilze nur nebenbei berücksichtigt und wollen wir jetzt deshalb zur näheren Orientierung die bakteriellen Zersetzungen der stickstoffreien * organischen Verbindungen verfolgen. Hier steht infolge des massenhaften Auftretens der Cellulose die Gärung der Cellulose oben an.

Im Jahre 1850 beobachtete Mitscherlich, dass beim Weichen von Kartoffeln in Wasser die Zellhüllen zerstört werden, während die Stärke sich am Boden des Gefässes ansammelt. Als Ursache dieser Erscheinung glaubte er Vibrionen, die massenhaft im Substrat vorhanden waren, ansehen zu müssen. Über die Bacillenformen bei der Maceration pflanzlicher Gewebe veröffentlichte im Jahre 1865 Trécul eine Untersuchung; die Bakterien besassen alle die Eigenschaft, durch Jod blau gefärbt zu werden; Trécul bezeichnete sie deshalb als Amylobacter-Arten. Diesen widmete sodann van Tieghem in den letzten Jahren des 8. Dezenniums des vergangenen Jahrhunderts verschiedene Studien; er schrieb ihnen als hervorragendste Eigenschaft die Fähigkeit zu, Cellulose zu zersetzen, eine Schlussfolgerung, die sich für die van Tieghemschen Bakterien nicht aufrecht erhalten liess, indem dieselben gerade nicht im stande sind, auf sogenannte typische Fasercellulose einzuwirken.

---

* Eine Zusammenstellung der wichtigsten Tatsachen der hier in Betracht kommenden bakteriellen Gärungen hat O. Emmerling gegeben. (Emmerling, O., Die Zersetzung stickstoffreier organischer Substanzen durch Bakterien. Braunschweig, F. Vieweg u. Sohn, 1902.

Vom rein chemischen Standpunkte ohne Rücksicht auf die dabei tätigen Bakterienarten wurde sodann die Cellulosegärung von Popoff, Tappeiner und Hoppe-Seyler näher verfolgt, die bei ihren Untersuchungen zum Teil schwedisches Filtrierpapier, also reine Cellulose verwandten. Als wichtigstes Resultat dieser Arbeiten ist die Erkenntnis anzusehen, dass bei der Cellulose zwei verschiedene Gärungen, eine Wasserstoffgärung und eine Methangärung auftreten. Das Zerfallen von Zellwänden unter der Einwirkung von Mikroben aus Flusschlamm beobachtete im Jahre 1890 zuerst van Senus direkt unter dem Mikroskop. Seit dem Jahre 1895 hat sich Omeliansky, ein Schüler Winogradskys, in einer Reihe von Arbeiten mit der Cellulosegärung und ihren Erregern eingehend beschäftigt. Wir verdanken diesem Forscher wichtige Aufschlüsse über die letzteren und die durch dieselben ausgelösten Vorgänge. Mit bestem Erfolg bediente sich Omeliansky bei seinen Untersuchungen der von Winogradsky geschaffenen, uns bereits bekannten elektiven Kultur. Zur Impfung diente frischer Pferdekot und Flusschlamm. Die bereits erwähnten chemischen Untersuchungen über die Cellulosegärung, insbesondere diejenige von Hoppe-Seyler, liessen keinen Zweifel darüber, dass es sich bei der Cellulosegärung um eine typische anaërobe Gärung handelt und dass diese letztere jahrelang in einem an löslichen organischen Substanzen äusserst armen Medium veranstaltet werden kann. Diese Beobachtung diente Omeliansky als Fingerzeig für die elektive Kultur. Als Cellulosesubstrat benützte er Filtrierpapier, als Nährlösung eine solche von folgender Zusammensetzung:

Kalium phosphoricum 1,0, Magnesium sulfuricum 0,5, Ammonium sulfuricum oder phosphoricum 1,0, Natrium chloratum Spuren, destilliertes Wasser 1000,0 und Kreide im Überschuss, um die bei der Gärung entstehenden Fettsäuren zu neutralisieren, da sie sonst schliesslich die Bakterien vernichten würden. Die Kulturen wurden entsprechend der Tatsache, dass es sich um eine anaërobe Gärung handelt, vorsichtig vor Luft geschützt. Omeliansky beobachtete nun, dass bei gleicher Aussaat bald Methan-, bald Wasserstoffgärung auftrat. Es zeigte sich aber bald, dass sich das Einsetzen der einen oder der andern Gärung durch äussere Einwirkung bestimmen lässt. Nimmt man die Abimpfungen ohne Erwärmung vor, so setzt sich als Regel in der folgenden

Generation die Methangärung fest. Erhitzt man dagegen bei einer der ersten Abimpfungen die Kultur 15 Minuten lang auf 75° C, so sind hierdurch Bedingungen zur Entwicklung der Wasserstoffgärung geschaffen. Die Inkubationszeit beträgt bei der Methangärung in der Regel eine Woche, bei der Wasserstoffgärung dagegen drei bis vier Wochen. Wir wollen nun zuerst den Erreger der letzteren betrachten. Der Cellulose-Wasserstoffvergärer (Fig. 16), ein sporenbildender Bazillus, ist ein Beispiel eines Mikroorganismus mit streng spezialisierter Funktion, welche sich in bemerkenswerter Weise auf die Zersetzung eines unlöslichen, in chemischer Beziehung besonders widerstandsfähigen

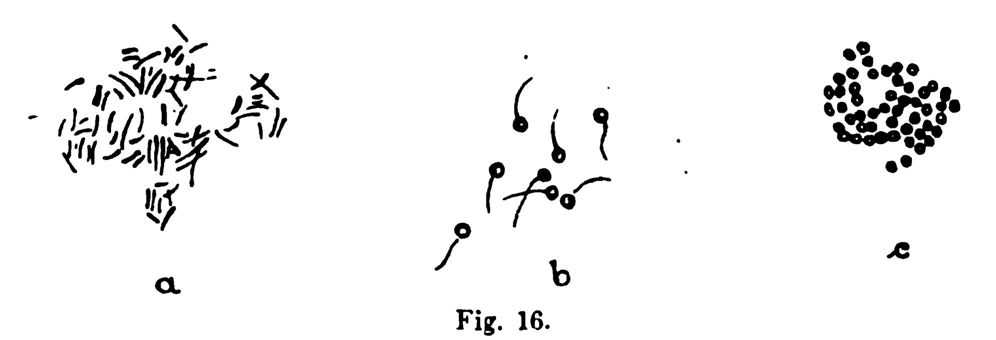


Fig. 16.
Bazillus der Cellulose-Wasserstoffgährung von W. Omeliansky.
a. Junge Stäbchen, b. Trommelschlegelform zur Zeit der Sporenbildung, c. Sporen.
1000fache Vergr.
Die Figuren sind nach den Photogrammen Omelianskys gezeichnet.

Stoffes beschränkt und sich nicht auf die von der grossen Mehrzahl der Organismen gesuchten Nährstoffe erstreckt. Der Bazillus färbt sich mit den gebräuchlichen Anilinfarben gut, dagegen bringt Jod in keinem Entwickelungsstadium eine Blaufärbung hervor; es hat also dieser Spaltpilz nichts mit dem Amylobacter van Tieghems (vergl. Fig. 17) gemein. Über die Produkte der Wasserstoffgärung gibt der nachstehende Versuch Omelianskys Aufschluss. 3,3471 g Cellulose lieferten:

2,2402 g Fettsäuren (Essigsäure, Buttersäure,
Spuren von Valeriansäure),
0,9722 g Kohlensäure,
0,011388 g Wasserstoff.

Vergleichen wir hiermit die Produkte der zweiten Art der bakteriellen Cellulosezersetzung, der Methangärung. Es lieferten z. B. 2,0065 g Cellulose:

1,0223 g Fettsäuren (Essigsäure und Buttersäure),
0,8678 g Kohlensäure,
0,1372 g Methan.

Der Erreger dieser Gärung ist dem Bacillus der Wasserstoffgärung morphologisch ausserordentlich nahe verwandt und lässt sich nur durch seine physiologische Leistung mit Sicherheit von seinem Kollegen unterscheiden. Im allgemeinen ist der Methanvergärer etwas kleiner, ebenso seine Sporen. In der Natur verlaufen die beiden Cellulosegärungen wohl in der Regel nebeneinander.

Wenden wir unsern Blick jetzt auf die übrigen in der Natur verbreiteten Kohlehydrate, sowie auf die ihnen chemisch sehr nahe stehenden mehratomigen Alkohole. Wenn auch speziell bei der Zersetzung dieser Verbindungen Hefe- und Schimmelpilze eine bedeutende Rolle im Boden spielen, so ist doch die Tätigkeit der Bakterien auch in dieser Beziehung eine sehr wichtige und vielseitige. Schon bei der Besprechung des Clostridium Pasteurianum wurde erwähnt, dass dieser Organismus Dextrose, Lävulose, Rohrzucker, Inulin, Galactose und Dextrin unter Bildung von Buttersäure, Essigsäure, Kohlensäure und Wasserstoff zu spalten vermag. Die Produkte der bakteriellen Gärung der Kohlehydrate und der mehratomigen Alkohole, deren Erreger sich in der Natur in ausserordentlicher Verbreitung finden, sind je nach der chemischen Natur dieser Körper, nach der Art der auf sie einwirkenden Bakterien, nach der Temperatur, nach dem Zutritt oder dem Mangel der Luft, nach der Anwesenheit anderer Substanzen etc. verschieden, worauf ebenfalls bereits bei den physiologischen Leistungen des Clostridium Pasteurianum hingewiesen wurde. Mehratomige Alkohole werden mitunter durch die Bakterien zuerst durch Oxydation in die nahverwandten Zuckerarten übergeführt. Die wichtigsten Zersetzungsprodukte sind fette Säuren, besonders Ameisensäure, Essigsäure, Propionsäure, Milchsäure, Buttersäure, Valeriansäure, Bernsteinsäure, ferner Kohlensäure und Wasserstoff; weniger häufig treten einatomige Alkohole, wie der Aethylalkohol, Propylalkohol, Butylalkohol, Amylalkohol, ferner Aceton auf. Wir bezeichnen eine solche Gärung nach dem in grösster Menge dabei auftretenden Zersetzungsprodukt als Essigsäuregärung, als Milchsäuregärung u. s. w. Die häufigsten und wichtigsten der bakteriellen Gärungen der Kohlehydrate und der mehratomigen

Alkohole sind die Milchsäure- und die Buttersäuregärung. Milchsäure entsteht durch eine ganze Reihe von Bakterien aus Milchzucker, Rohrzucker, Glucose, Lävulose, Galactose, Maltose, Stärke, Dextrin, Raffinose, Trehalose, Melecitose, Mannit, Sorbit, Inosit, Dulcit und Glycerin. Das oft erwähnte vielseitige Bacterium coli (vergl. Fig. 11) z. B., das übrigens nicht zu den sogenannten typischen Milchsäurebakterien gehört, spaltet nach A. Harden die Glucose im Sinne folgender Gleichung:

$$2\,C_6H_{12}O_6 + H_2O = 2\,C_3H_6O_3 + C_2H_4O_2 + C_2H_6O + CO_2 + 2\,H_2.$$

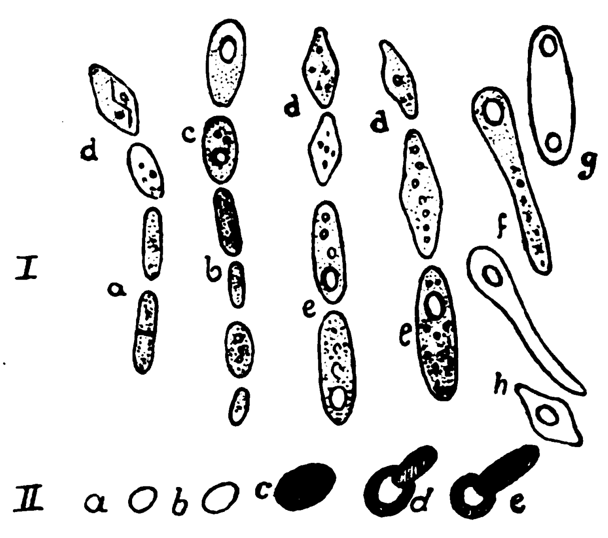


Fig. 17.

Bacillus amylobacter van Tieghem (Clostridium butyricum Prazmowski).

I. Dauersporenbildung. a. b. c. Stäbchen vor, d. e. während, f. g. h. nach der Sporenbildung.
II. Keimung der Dauersporen.
1020fache Vergr. Nach Prazmowski.

Die Buttersäuregärung, die wir bei der Bindung von elementarem Stickstoff durch Bakterien im Boden schon kennen gelernt haben, tritt ebenfalls sehr häufig auf. Ihre bekanntesten und verbreitetsten Erreger sind ausser dem Clostridium Pasteurianum (Fig. 2) der Bacillus amylobacter van Tieghem (Fig. 17), von Prazmowski Clostridium butyricum genannt, Bacillus butylicus Migula identisch mit Beyerincks Granulobacter butylicum und Bacillus butyricus Hueppe. Auch pathogene Arten besitzen die Fähigkeit der Buttersäureerzeugung, wie z. B. der Erreger des malignen Ödems und des blauen Eiters. Die Buttersäurebakterien sind meist fakultative Anaërobionten, doch gibt es auch

solche, die nur bei Sauerstoffanwesenheit zu gedeihen vermögen. Buttersäure wird durch Bakterien erzeugt aus Glucose, Rohrzucker, Milchzucker, Stärke, Glycogen, Glycerin, Mannit, Erythrit, Quercit, Sorbinose, Arabinose; einige Bakterienarten vermögen auch milchsauren und glycerinsauren Kalk in Buttersäure überzuführen. Die Spaltung der Glucose z. B. geht bei den meisten sie vergärenden Bakterien in der Hauptsache im Sinne folgender Gleichung vor sich:

$$C_6H_{12}O_6 = C_4H_8O_2 + 2\,CO_2 + 2\,H_2.$$

Manche Bakterien erzeugen indes aus bestimmten der hier in Betracht kommenden Nährmedien so grosse Mengen von Butylalkohol oder Isobutylalkohol, dass man z. B. bei der Maltosegärung durch Bacillus butylicus Migula von einer Butylalkoholgärung spricht. Dass Beyerinck den typischen Buttersäurebakterien im Boden ganz allgemein das Stickstoff-Fixationsvermögen zuschreibt, wurde schon früher erwähnt.

Die bei der Spaltung der Kohlehydrate und der mehratomigen Alkohole auftretenden fetten Säuren und Alkohole teilen im Boden das Schicksal der in Fetten und Ölen vertretenen, in der Regel mehratomigen Fettsäuren und mehratomigen Alkohole. Es sind allerdings verhältnissmässig wenig Untersuchungen über die Zerstörung von Fetten und Ölen im Boden bis jetzt ausgeführt worden. Zu erwähnen sind vor allem die zwölfjährigen grundlegenden Versuche Rubners über die Spaltung und Zersetzung von Fetten und Fettsäuren im Boden und in Nährlösungen, wobei allerdings die dabei tätigen Arten nicht näher berücksichtigt sind. In sterilisiertem Boden trat wohl eine geringe Fettspaltung, aber keine Fettgärung ein. Unter natürlichen Bedingungen wird das Neutralfett im Boden gespalten und dann unter sehr schnellem Verschwinden des Glycerins aufgezehrt und zu Kohlensäure und Wasser verbrannt. Dabei sind neben Bakterien auch Schimmelpilze in ganz hervorragender Weise beteiligt. Beschleunigt wird die Fettzersetzung durch das Vorhandensein passender Bakteriennährstoffe, sowie durch Zugabe von Kalk. Von den Bakterien, welche imstande sind, Fette und Öle zu spalten, sind nach den Untersuchungen von Duclaux, Krüger, Riemann, Reissmann, O. Laxa, Orla Jensen u. a. Bacillus fluorescens liquefaciens, Bacillus fluorescens non liquefaciens und Bacillus prodigiosus die verbreitetsten.

Ausser den Bakterien sind es dann besonders Oïdium lactis, Cladosporium butyri, sowie Mucor- und Penicillium-Arten, deren Tätigkeit hier in Betracht kommt. Neuerdings hat J. König im Verein mit A. Spickermann und W. Brenner anschliessend an die Arbeiten von Hebebrand, Welte und Scherpe, Reitmayer, von Rothausen und Baumann die Fettzersetzung und Fettzehrung durch Mikroorganismen in Futtermitteln beim Aufbewahren näher verfolgt. Die dabei beobachteten Spaltpilze gehören sämtlich zur Gruppe der Heu- nnd Kartoffelbazillen. Bei einem Wassergehalt unter 14 % trat keine Fettzehrung ein, bei einem solchen zwischen 14 % und 30 % entfalteten die Mycelpilze eine rege Tätigkeit, während bei einem Wassergehalt von über 30 % die Bakterien die Oberhand bei der Fettzerstörung gewannen. Die der Fettzehrung, wie es scheint, stets vorausgehende Spaltung in Glycerin und freie Fettsäuren wird durch Enzyme, die sogenannten Lipasen, ausgelöst.

Es erübrigt uns jetzt noch, der Tätigkeit der Bodenbakterien bei der Zersetzung der Knochen kurz zu gedenken. In dieser Beziehung hat Stoklasa einige Beobachtungen mit Knochenmehl angestellt. Er verwandte zu seinen Versuchen Bacillus megatherium, fluorescens liquefaciens, proteus vulgaris, butyricus Hueppe, mycoides und mesentericus. Er konstatierte einen bedeutenden Unterschied bei den einzelnen Arten betreffs ihrer Energie bei der Transformation des in den Knochen enthaltenen Stickstoffs in die Amidform und bei der Auflösung der Phosphorsäure. Am raschesten arbeitete Bacillus megatherium, den Stoklasa irrtümlicherweise für identisch mit dem Alinitbazillus hält; sodann Bacillus mycoides. Von deutlichem beschleunigendem Einfluss auf die knochenzersetzende Tätigkeit der hier in Betracht kommenden Bodenbakterien ist nach Stoklasa die Gegenwart von Kohlehydraten.

Bisher haben wir bei der Betrachtung der Bakterientätigkeit beim organischen Kreislauf nur die Elemente Stickstoff, Kohlenstoff, Sauerstoff und Wasserstoff berücksichtigt. Die Arbeit der Bodenbakterien erstreckt sich indes dank der staunenswerten Vielseitigkeit der Spaltpilze in ihren physiologischen Leistungen auch auf die für das organische Leben wichtigen Elemente des Schwefels und Eisens und wir können auch hier von einem Kreislauf dieser Elemente sprechen, der durch die sogenannten Schwefel-

resp. Eisenbakterien ausgelöst wird. Die hier in Betracht kommenden chemischen Verbindungen Schwefelwasserstoff und Ferrobicarbonat können natürlich sowohl tellurischen wie organischen Ursprungs sein. Die Schwefel- und Eisenbakterien leben zwar fast ausnahmslos in schwefel- resp. eisenhaltigen Wässern, doch können sie zum Teil, wie wir später noch sehen werden, unter bestimmten Umständen auch in gewissen Böden vorkommen.

Die Schwefelbakterien stellen eine aus den verschiedensten Arten zusammengesetzte physiologische Gruppe dar, die wir be-

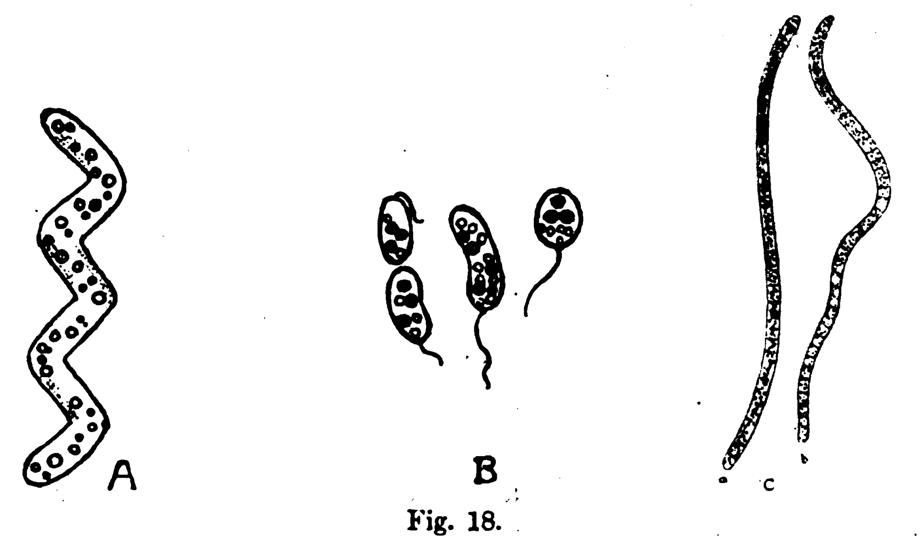


Fig. 18.

Verschiedene Schwefelbakterien.

A. Spirillum sanguineum (Ehrenb.) Cohn. Eine Purpurschwefelbakterie mit Schwefelkörnchen. 1000fache Vergr. Nach Migula.

B. Pseudomonas Okenii Cohn. Eine Purpurschwefelbakterie mit Schwefelkörnchen. 660fache Vergr. Nach Warming.

C. Beggiatoa alba (Vauch.) Trev. a. Lebender Faden mit Schwefelkörnchen, b. Faden nach Behandlung mit Schwefelkohlenstoff. 300fache Vergr. Nach Migula.

reits bei der Einteilung der Spaltpilze kurz kennen gelernt haben (vergl. Fig. 18 A, B und C). Sie besitzen die auffallende Eigenschaft, des sonst sehr giftigen Schwefelwasserstoffs als unentbehrlichen Nährstoffs zu bedürfen. Dieser findet sich, abgesehen von natürlichen Schwefelwässern, überall da, wo Eiweisstoffe zersetzt werden. Die Schwefelbakterien verbrennen, vermutlich zur Energiegewinnung, den Schwefelwasserstoff zunächst zu Schwefel, der in Form von Körnern oder Tröpfchen in den Zellen aufgespeichert, sodann aber weiter zu Schwefelsäure oxydiert wird; diese wird ausgeschieden und durch anwesende Karbonate der alkalischen

Erden zu Sulfaten abgesättigt, die wiederum von den Pflanzen bei ihrer Ernährung verwendet werden.

Die zur Gruppe der Scheidenbakterien gehörenden, den Wassertechnikern genügsam bekannten Eisenbakterien oxydieren, wahrscheinlich ebenfalls zur Energieerzeugung, Ferrobikarbonat zu Ferrihydroxyd, das sich in den Scheiden ablagert. Das Ferrobikarbonat findet sich ausser in den sogenannten natürlichen Eisenwässern, besonders in sumpfigen und stehenden Gewässern, wo organische eisenhaltige Stoffe zersetzt werden.

Gleichfalls zu den Scheidenbakterien, deren Bau die Figuren 19 und 20 erläutern mögen, gehören einige Organismen, deren hier noch gedacht sei: der von Kullmann entdeckte und beschriebene Erreger des Erdgeruches Streptothrix odorifera und einige der sogenannten thermophilen Bakterien. P. Salzmann, welcher in letzter Zeit der Streptothrix odorifera eine physiologisch-chemische Studie gewidmet hat, beobachtete, dass dieser eigentümliche Geruch nur beim Vorhandensein bestimmter chemischer Verbindungen auftritt. Während die Salze der Oxalsäure, der Mono- und Monoxykarbonsäuren überhaupt nicht verwendet werden, benützt der Organismus zwar die Dikarbonsäuren, welche neben den beiden Karboxylgruppen noch die CH_2 oder CH OH-Gruppe enthalten, wie die Bernsteinsäure, Apfelsäure, Weinsäure, Citronensäure, der charakteristische Geruch tritt jedoch nur bei den drei letzten Säuren auf.

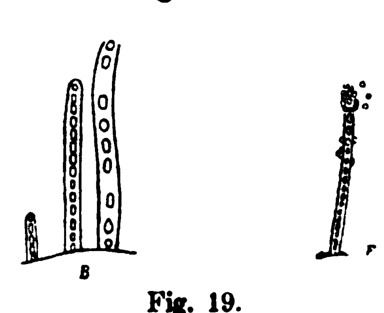


Fig. 19.
Scheidenbakterien.
B. Festsitzende Fäden von Streptothrix epiphytica Migula.
F. Conidienbildender Faden von Streptothrix fluitans Migula.
500fache Vergr. Nach Migula.

Die sogenannten thermophilen Bakterien, von denen, wie soeben erwähnt, ein Teil gleichfalls zu den Scheidenbakterien gehört, finden sich sehr verbreitet in den oberflächlichen Bodenschichten. Sie besitzen die Eigentümlichkeit, noch bei Temperaturen von 50—70° zu gedeihen; sie sind nicht pathogen, meist fakultativ anaërob und sporenbildend.

Nachdem wir die Bodenbakterien in ihren Leistungen im Boden selbst kennen gelernt haben, wollen wir zum Schluss noch die hygienische Bedeutung der Bodenbakterien streifen.

Bekanntlich schreibt man dem Boden vielfach eine bedeu-

tende Rolle für das Zustandekommen und die Verbreitung von Epidemien zu. Aber so vielfach diese Frage auch studiert worden ist und wie viele Theorien über die Beziehung des Bodens zu den Infektionskrankheiten aufgestellt worden sind, das überaus wichtige Problem harrt noch einer befriedigenden Lösung.

Die bemerkenswerte Tatsache, dass manche Bakterien unter ungenügend bekannten Umständen, im Boden plötzlich in grosser Menge auftreten, um ebenso rasch wieder zu verschwinden, wurde bereits früher erwähnt. Für die pathogenen Bakterien scheint der Boden indes im allgemeinen mehr als Konservierungs- wie als Vermehrungsstätte in Betracht zu kommen. In grosser Verbreitung finden sich in gedüngter Erde die Erreger des malignen Ödems und des Tetanus, während andere pathogene Bakterien, denen man im Boden einmal ausnahmsweise begegnet, bei Versuchen nach kürzerer oder längerer Zeit im Boden schliesslich zu Grunde gingen. Eine Ausnahme machen hier, wie wir aus verschiedenen Tatsachen schliessen müssen, bis jetzt nur der Typhus —, Rauschbrand — und Milzbrandbazillus und wahrscheinlich auch der Choleravibrio. So hat man z. B. schon öfters die Wahrnehmung gemacht, dass unter Arbeitern, die mit Erdarbeiten in als verseucht zu betrachtenden Böden beschäftigt waren, Abdominaltyphus ausgebrochen ist. Ferner wissen wir von dem Milzbrandbazillus, dass er als fakultativer Parasit auch ausserhalb seines lebenden Wirtes unter gewissen Umständen auf saprophytische Weise von toten Stoffen sich ernähren und eventuell sogar vermehren kann. Sporen bildet er überhaupt nur bei der letzteren Lebensweise. So kommt es, dass bestimmte Weiden z. B. immer wieder Milzbrand erzeugen können, da die Tiere mit dem Futter die Milzbrandbazillen oder Milzbrandsporen in sich aufnehmen. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei dem Rauschbrandbazillus. In letzter Zeit hat man

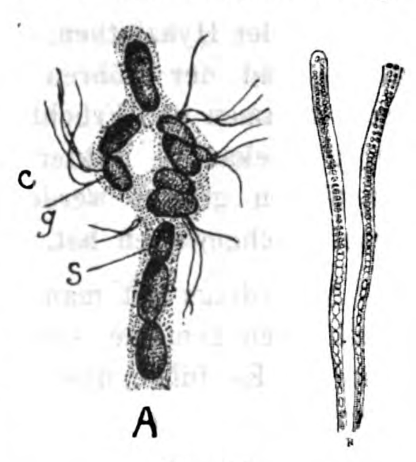


Fig. 20.

A. Cladothrix dichotoma Cohn.
Spitze eines gonidienbildenden Fadens (s), g. die aufgelockerte Scheide, c. die Gonidien mit Geisseln.
1000fache Vergr. Nach Alfred Fischer.

B. Crenothrix polyspora Cohn.
Gonidienbildung.
300fache Vergr. Nach Migula.

beobachtet, dass auch niedere Tiere im Boden von Infektionskrankheiten betroffen werden. So beschreibt Cavara ein Bakterium, das die Larven der Saateule Agrotis segetum infiziert, bis zur Mumifikation durchwuchert und deformiert. Die getöteten Larven werden braun und brüchig.

Wenden wir uns jetzt noch zu den phytopathogenen Bakterien des Bodens. Die Existenz von pflanzeninfizierenden Bakterien ist vielfach bestritten worden. Wir kennen jetzt aber mit Sicherheit verschiedene bakterielle Pflanzenkrankheiten, die man als Bakteriosen bezeichnet, so z. B. die Nassfäule der Kartoffeln, der Rotz der Hyazinthen, die Bakteriosis der Kohlrabi, der weissen Rüben und der Möhren u. s. w. Auch die dem Boden anvertrauten Samen und Früchte können durch manche noch nicht genügend bekannte Bakterien und andere Mikroorganismen unter Umständen getötet werden, wie dies Hiltner für Leguminosensamen nachgewiesen hat.

Neuerdings hat man beobachtet, dass bei solchen Pflanzenkrankheiten gemeine, sonst nicht pathogene Arten sich beteiligen können. Es führt uns diese Tatsache zu der ganz allgemein überaus wichtigen Frage, welche gemeinen saprophytischen Bakterien vermögen eventuell parasitäre Eigenschaften anzunehmen und unter welchen Umständen tun sie dies? E. Laurent gibt an, dass Bacterium coli commune und Bacillus fluorescens putidus durch eine Reihe von Passagen auf Kartoffeln und Möhren diesen und andern Knollengewächsen gegenüber parasitäre Eigenschaften erlangen, die durch künstliche Verminderung der Acidität des Zellsaftes sichtlich gefördert werden. Dasselbe hat L. Lepoutre für Bacillus fluorescens liquefaciens, B. mycoides und B. mesentericus behauptet. Er bemerkt noch, dass die mineralische Ernährung eine deutliche Einwirkung auf die Widerstandsfähigkeit knolliger Gewächse gegenüber der Bakterieninfektion habe. So prädisponierte bei seinen Versuchen mit Steckrüben und Karotten ein Übermass von Stickstoff oder Kalkdüngung zur bakteriellen Fäulnis, während die Phosphate den Widerstand dieser Pflanzen gegenüber den virulenten Bakterien erhöhte.

Über das Verhalten des Heubazillus (Bac. subtilis) und des zur Gruppe der Kartoffelbakterien gehörenden Bacillus vulgatus als Pflanzenparasiten hat C. J. J. van Hall eine Studie veröffent-

licht. Darnach sollen diese Spaltpilze bei höherer Temperatur sehr toxische Eigenschaften für viele Pflanzen annehmen und als virulente Fäulnisserreger auftreten. Bei dem Heubazillus soll dies bei Temperaturen über 23°, bei der Kartoffelbakterie bei solchen über 30° der Fall sein.

Eine bekannte Erscheinung ist es auch, dass auf manchen Böden bei fortwährender oder zu oft wiederholter Kultur derselben Pflanzen diese nicht mehr gedeihen; wir sprechen z. B. von Leguminosenmüdigkeit, Rebenmüdigkeit, Zuckerrübenmüdigkeit des Bodens. Auch hierfür hat man vielfach die bakteriellen Verhältnisse der betreffenden Böden verantwortlich gemacht. Auch die sogenannten Wurzelfäuleböden, wie sie besonders in den Tropen bei den Zuckerrohrfeldern auftreten, sollen durch Bakterien bedingt sein. Kamerling hat einen solchen typischen Wurzelfäuleboden untersucht und in diesem Eisenbakterien, die in gesunden Böden nicht angetroffen werden, in grosser Verbreitung gefunden, während Schimmelpilze dabei sehr zurücktraten. Die Ursache der untersuchten Wurzelfäule sieht Kamerling in durch anaërobe Bakterien ausgelösten Reduktionsprozessen, die zur Bildung von Eisenoxydul und Schwefelwasserstoff führen.

Auch die Frage, ob für Menschen und Tiere pathogene Bakterien als Pflanzenparasiten auftreten können, ist von eminenter Wichtigkeit. Denn auf diesem Wege könnten sie dann leicht zu Infektionen Veranlassung geben. Die bisherigen diesbezüglichen Untersuchungen haben zu widersprechenden Resultaten geführt. Doch scheint es, dass die Gefahr in dieser Beziehung glücklicherweise nicht sehr gross ist.

Überblicken wir zum Schlusse nochmals unsere Ausführungen über die mannigfaltige teils nützliche, teils schädliche Tätigkeit der Bodenbakterien, so sehen wir, dass es wichtige und bedeutungsvolle Probleme sind, welche die Bodenbakteriologie schon gelöst hat und noch zu lösen hat. Aber bunt und verworren ist das Leben und Treiben der Mikroorganismen im Boden und wenn auch das Auge des Forschers manches in diesem wechselvollen Treiben geschaut und beobachtet hat, so gibt es doch noch so manche dunkle Ecke in dessen weitem Bereich, deren Aufhellung für Wissenschaft und Praxis von grossem Nutzen sein würde.

Aber gerade dieser Umstand ist es, der das Studium der Bodenbakteriologie trotz der grossen Schwierigkeiten zu einem besonders reizvollen und genussreichen macht. Gibt es doch keine höhere Befriedigung für die wissenschaftliche Forschung, als das erhabene Bewusstsein, Hand in Hand mit der Praxis für das Wohl der Menschheit tätig zu sein.

Jean Lamarck.

Von **Walther May,**
Privatdozent der Zoologie an der Technischen Hochschule.

Es ist eine interessante Erscheinung, dass in der zweiten Hälfte des achtzehnten und der ersten Hälfte des neunzehnten Jahrhunderts in Deutschland, England und Frankreich drei Naturphilosophenschulen auftraten, die ganz unabhängig von einander im wesentlichen dieselben Gedanken über die Entstehung der organischen Wesen entwickelten. In Deutschland waren Oken, Treviranus und Goethe, in England Erasmus Darwin, in Frankreich Lamarck und Geoffroy Saint Hilaire die Häupter dieser Schulen. Als der bedeutendste von ihnen gilt gewöhnlich Jean Lamarck, ja er wird vielfach als der erste wissenschaftliche Begründer der Deszendenztheorie und als der Vater der Lehre von der Entstehung der Arten durch Vererbung funktioneller Abänderungen gefeiert. Dies ist insofern nicht ganz richtig, als Erasmus Darwin, der Grossvater des grossen Reformators der Biologie, schon mehrere Jahre früher diese Lehre begründet hat. Jedenfalls nimmt Lamarck aber eine hervorragende Stellung in der Geschichte der Deszendenztheorie ein, und sein Leben und Streben im Dienste denkender Naturforschung ist von hohem Interesse.

Jean Lamarck wurde im Jahre 1744 in einem kleinen Orte der Pikardie als elftes Kind eines angesehenen, aber wenig begüterten Edelmannes geboren. Sein Vater schickte ihn auf die Jesuitenschule, deren geistigem Zwang er sich durch die Flucht entzog. Er wurde Soldat, zeichnete sich aus, avancierte zum Offizier, musste aber dann wegen einer Halswunde den Abschied nehmen. Er warf sich jetzt auf das Studium der Botanik, veröffentlichte eine ausgezeichnete Flore française und wurde infolgedessen Mitglied der Pariser Akademie und Professor am Jardin des Plantes. Als solcher hatte er über die Naturgeschichte der wirbellosen Tiere zu lesen. Er arbeitete sich gründlich in das neue Fach ein und legte die Resultate seiner Studien in einem

grossen Werk über die wirbellosen Tiere nieder. In späteren Jahren geriet er mit seiner zahlreichen Familie in grosse Not und starb im Jahre 1829 in äusserst dürftigen Verhältnissen, nachdem er viele Jahre vorher gänzlich erblindet war.

Lamarck verdankte seinen Ruf als Naturforscher zunächst nicht seinen naturphilosophischen, sondern den eben erwähnten systematischen Schriften. Die naturphilosophischen Arbeiten waren eher dazu angetan seinen wissenschaftlichen Ruf zu beeinträchtigen. Erst nach Darwins glänzender Neubegründung der Deszendenzlehre ist Lamarcks naturphilosophisches Hauptwerk, die im Jahre 1809 erschienene Philosophie zoologique, wieder ans Licht gezogen worden und hat auch eine deutsche Übersetzung durch Arnold Lang, den verdienten vergleichenden Anatomen, erfahren.

Lamarck war wie Erasmus und Charles Darwin eine universale Natur: Philosoph, Geolog, Botaniker und Zoolog in einer Person. Seine philosophischen Ansichten hat er in der 1830 erschienenen Schrift: „Système analytique des connaissances positives de l'homme" niedergelegt. Darin fragt er zunächst, auf welchem Wege wir zu sichern Erkenntnissen gelangen und beantwortet diese Frage dahin, dass alle sichern Erkenntnisse aus der Beobachtung entspringen. Damit meint er nicht nur die direkte Beobachtung, sondern auch das Ziehen richtiger Konsequenzen aus ihr. Die direkten Beobachtungen sind vollständig sicher und exakt, die daraus gezogenen Konsequenzen nähern sich der Wahrheit mehr oder weniger.

Weiter fragt Lamarck, was der Beobachtung zugänglich, was beobachtbar ist. Beobachtbar sind die Stoffe und Körper, die Bewegungen, Veränderungen und Eigenschaften dieser Stoffe und Körper und die Gesetze, nach denen diese Bewegungen und Veränderungen vor sich gehen.

Alle Körper sind in steter Veränderung und Bewegung begriffen, nirgends herrscht absolute Ruhe. Daraus folgt, dass eine allgemeine Macht existiert, die die Ursache aller Veränderungen und Bewegungen ist: die Natur.

Die Natur ist etwas Immaterielles. „Die Materie ist dem, was wir unter Natur verstehen, vollständig fremd!" Die Natur wirkt blind, notwendig, mechanisch, ohne Absichten und Zweck. Sie ist weder selbstbewusst, noch vernünftig, keine Intelligenz,

abhängig und beschränkt. Ihr einziger Wirkungsbezirk ist die Materie. Sie verändert die Materie beständig und bringt so alle Körper und Erscheinungen hervor. Die Summe aller dieser Körper ist das Universum. Das Universum ist also das notwendige, mechanische und natürliche Produkt der Natur und der Materie.

Die Materie ist durchaus passiv, träge, ohne eigene Bewegung und Tätigkeit, sie hat nur Eigenschaften, keine Fähigkeiten. Nur durch die Natur kann sie in Bewegung versetzt werden. Wir haben hier einen vollendeten Dualismus von Natur und Materie, der aber mit Mechanismus verbunden ist.

Alle Erscheinungen werden durch mechanische, natürliche Ursachen hervorgebracht und sind durchaus gesetzlich und notwendig. Das Zustandekommen der Natur und der Materie selbst können wir uns aber nicht mehr aus natürlichen mechanischen Ursachen erklären. Für ihre Entstehung nimmt Lamarck eine ausser- und übernatürliche Ursache, einen Gott an. Er ist also Dualist und Deist, zugleich aber Mechanist.

Als Mechanist wendet er sich gegen die teleologische Erklärung der organischen Erscheinungen:

„Hauptsächlich bei den Organismen", sagt er, „und ganz speziell bei den Tieren glaubte man in den Verrichtungen der Natur einen Zweck zu erblicken. Ein solcher Zweck ist indes hier, wie anderswo, bloss Schein, nicht Wirklichkeit. Die Wirklichkeit hat bei jeder besonderen Organisation unter diesen Naturkörpern eine durch natürliche Ursachen und stufenweise zu stande gekommene Ordnung der Dinge, durch eine fortschreitende, von den Umständen bedingte Entwicklung von Teilen das herbeigeführt, was nur Zweck erscheint und was in Wirklichkeit reine Notwendigkeit ist. Das Klima, die Lage, die Medien, in denen die Organismen leben, die Mittel zum Leben und zur Selbsterhaltung, kurz, die spezifischen Verhältnisse, in denen jede Art lebte, haben die Gewohnheiten dieser Art herbeigeführt, diese haben die Organe der Individuen umgemodelt und angepasst. Die Folge davon ist, dass die Harmonie, die zwischen der Organisation und den Gewohnheiten der Tiere existiert, uns als vorbedachtes Resultat erscheint, während sie bloss ein notwendig herbeigeführtes Resultat ist."

An die Erörterung der philosophischen Ansichten Lamarcks schliessen wir die seiner geologischen. In seiner 1801 erschienenen

Hydrogeologie wirft er vier Hauptfragen auf. Die erste bezieht sich auf die natürlichen Folgen des Einflusses und der Bewegungen des Wassers auf der Erdoberfläche. Lamarck glaubt, dass durch die Bewegungen des süssen Wassers die ausserordentliche Mannigfaltigkeit in der Bodengestalt der Kontinente entstand: Berge, Thäler, Hochebenen etc.

Die zweite Frage lautet: Warum hat das Meer beständig ein Becken und bestimmte Grenzen, die es von den immer über es hervorragenden trockenen Teilen der Erdoberfläche trennen? Darauf antwortet Lamarck, dass die Bewegungen des Meeres, Wellen, Meeresströmungen u. a. eine beständige Aushöhlung des Meeresbeckens bewirken und so dessen Verflachung durch die fortwährend von den Flüssen zugeführten festen Bestandteile verhindern. Diese werden an den Küsten durch das Meer wieder ausgeworfen.

Trotz der Aushöhlung durch die Meeresbewegungen würden sich aber die Meeresbecken mit der Zeit anfüllen, wenn sich die Lage der Meere nicht veränderte. Dies ist Gegenstand der dritten Frage.

Die Meere müssen zunächst aus allgemeinen physikalischen Gründen ihre Lage verändern. Das Wasser der Meere dreht sich von Westen nach Osten um die Erdachse. Da das Wasser wegen der leichten Verschiebbarkeit seiner Teile der Anziehungskraft des Mondes eher gehorchen kann als die trockenen und festen Teile der Erdrinde, so muss es etwas langsamer rotieren als diese. Daraus ergibt sich mit bezug auf das Festland eine langsame Bewegung des Meeres nach Westen. Die Wassermassen des Meeres prallen infolgedessen beständig gegen die östlichen Küsten der Kontinente und überfluten sie immer mehr, während die westlichen Küsten vom Meere verlassen werden.

Es lassen sich aber auch tatsächliche Gründe dafür anführen, dass Teile des jetzigen Festlands wirklich früher vom Meere bedeckt waren. Solche Gründe bieten die fossilen Tiere und Pflanzen, vor allem die Muscheln auf dem Festland und auf hohen Bergen. Lamarck bestreitet entschieden, dass sie durch grosse Katastrophen dahin gelangt seien. Sie haben vielmehr an denselben Orten gelebt, an denen wir sie jetzt finden. Denn die Tatsache, dass bei den Muscheln gewöhnlich noch beide Schalen vorhanden sind, verträgt sich nicht mit der Annahme allgemeiner Katastrophen.

Da man nun überall auf dem Festland Meeresfossilien antrifft, so muss das Meer in seiner Bewegung von Osten nach Westen wenigstens einmal um die ganze Erde herumgewandert sein.

Lamarcks vierte und letzte geologische Frage bezieht sich auf den Einfluss der Organismen auf die Stoffe der Erdkruste und die allgemeinen Resultate dieses Einflusses. Er schliesst aus den Korallenriffen, Muschelbänken und Steinkohlenlagern, dass aller Kalk auf der Erdoberfläche durch tierische, alle Kohle durch pflanzliche Tätigkeit entstanden sei. Ja, er geht noch weiter und meint, dass überhaupt sämtliche Mineralien und Felsarten, mit Ausnahme des Quarzes, als direkte oder indirekte Produkte organischer Tätigkeit zu betrachten seien.

Wir sehen aus diesen geologischen Ansichten Lamarcks, dass er zur Erklärung aller geologischen Erscheinungen nur die heute noch wirksamen Kräfte annimmt und die Katastrophenlehre abweist, also das Lyellsche Prinzip des Aktualismus antizipiert. Daher konnte er auch die Entstehung der Organismen unter diesem Gesichtspunkt betrachten.

In bezug auf die Erforschung der organischen Natur betont Lamarck wiederholt, dass der Naturforscher nicht nur darauf ausgehen solle, neue Arten zu entdecken, genau zu beschreiben, abzubilden und in ein System zu bringen, sondern dass er bestrebt sein solle, die innere Organisation zu erkennen und die Beziehungen der Organismen zu einander und zu andern Naturkörpern.

„Man weiss", sagt er, „dass jede Wissenschaft ihre Philosophie haben muss. Nur dann macht sie wahre Fortschritte. Vergebens werden sonst die Naturforscher ihre ganze Zeit darauf verwenden, neue Arten zu beschreiben, alle Nüancierungen und die geringsten Eigentümlichkeiten ihrer Abänderungen aufzufinden, um die ungeheure Liste der verzeichneten Arten zu vermehren."

In diesem Sinne untersucht Lamarck vor allem das Verhältnis der organischen zur anorganischen Natur. Linné hatte Mineralien, Pflanzen und Tiere als drei gleichwertige Naturreiche gegenübergestellt: Lapides crescunt, plantae vivunt et crescunt, animalia vivunt et crescunt et sentiunt. Diese Einteilung wird von Lamarck bestritten. Er unterscheidet nur zwei Hauptreiche: anorganische Körper und Organismen. Erst die letzteren zerfallen wieder in zwei grosse Abteilungen: Tiere und Pflanzen.

Lamarck bestreitet ferner die Ansicht, dass sich alle Natur-

körper in eine einzige ungeteilte Reihe bringen lassen: Mineralien — einfachste Pflanzen bis vollkommenste Pflanzen — einfachste Tiere bis vollkommenste Tiere. Er leugnet das Vorhandensein von Übergängen zwischen Pflanzen und Mineralien. Die Welt der Organismen ist durch eine grosse Kluft von der Welt der Anorgane getrennt. Doch behauptet er nicht eine absolute Verschiedenheit beider Reiche. Der Unterschied ist zwar sehr gross, aber nur relativ. Es gibt keinen besondern Lebensstoff und keine besondere Lebenskraft. Das Leben ist eine ganz natürliche, den allgemeinen Naturgesetzen unterworfene Erscheinung.

„Die Natur kompliziert ihre Mittel niemals, wenn es nicht nötig ist; wenn sie alle Erscheinungen der Organisation mit Hilfe der Gesetze und Kräfte, denen alle Körper allgemein unterworfen sind, hat hervorbringen können, so hat sie dies ohne Zweifel getan und hat nicht, um einen Teil ihrer Erzeugnisse zu regieren, Gesetze und Kräfte geschaffen, die denen, die sie anwendet, um den andern Teil zu regieren, entgegengesetzt sind."

Um über das Wesen des Lebens ins klare zu kommen, müssen wir die einfachsten Organismen untersuchen.

„Man kann in der Tat erst nach der Untersuchung der einfachsten Organisation wissen, was wirklich für die Existenz des Lebens in einem Körper wesentlich ist; denn bei einer komplizierten Organisation ist jedes hauptsächliche innere Organ für die Erhaltung des Lebens notwendig, wegen seiner innigen Verknüpfung mit allen andern Teilen des Organsystems und weil dieses System nach einem Plan gebildet ist, der diese Organe erfordert. Daraus folgt aber nicht, dass diese Organe für die Existenz des Lebens in jedem Organismus notwendig sind."

Auf Grund dieser Untersuchung der einfachsten Lebewesen kommt Lamarck zu dem Resultat, dass das Leben eine Summe bestimmter, sehr komplizierter Bewegungen der Bestandteile eines Organismus ist, die auf die physikalische und komplizierte chemische Beschaffenheit des materiellen Substrats der Organismen zurückzuführen sind.

Mit dieser Auffassung steht seine Lehre von der Urzeugung im Einklang. Er hält diese für eine erwiesene Tatsache, da es rein unmöglich sei, dass so zarte Organismen wie die Infusorien Sporen erzeugen können, die den Winter überdauern. Er verwirft aber die Entstehung hochorganisierter Tiere und Pflanzen

durch Urzeugung und hält nur die Bildung der allereinfachsten Wesen aus anorganischer Materie für möglich.

Wie zwischen Organismen und Anorganen so stellt Lamarck auch einen Vergleich zwischen Pflanzen und Tieren an. Er protestiert gegen die Ansicht, dass sich die Tiere von den Pflanzen durch Empfindung und willkürliche Bewegung absolut unterscheiden. Doch glaubt er, dass zwischen beiden Reichen ein durchgreifender Unterschied besteht und bestreitet, dass das Pflanzenreich irgendwo in das Tierreich übergeht. Denn die Zoophyten oder Pflanzentiere sind durchaus echte Tiere, die mit den Pflanzen nichts gemein haben als die Stockbildung. Wenn die Pflanzen mit den Tieren zusammenhingen, so könnte dies nur bei denen der Fall sein, deren Organisation am einfachsten ist. Wenn hier ein Übergang vorhanden wäre, so müssten Pflanzen und Tiere zwei am Grunde wie die beiden Striche eines V verbundene Zweige darstellen. Lamarck glaubt jedoch, dass auch hier kein Zusammenhang existiert, sondern dass jeder Zweig vom andern am Grunde getrennt ist. Durch Urzeugung entstehen sowohl einfachste Tiere als einfachste Pflanzen. Aus den einfachsten Tieren entsteht das Tierreich, aus den einfachsten Pflanzen das Pflanzenreich. Damit gelangen wir zur Erörterung der Lamarckschen Deszendenztheorie.

Die ersten Keime dieser Theorie finden wir bereits 1801 in der Hydrogeologie, die erste ausführliche Darstellung 1802 in den „Recherches sur l'organisation des corps vivans". 1809 folgt die Hauptdarstellung in der „Philosophie zoologique", 1815 eine Wiederholung in anderer Form, aber dem Inhalt nach unverändert in der Einleitung zur „Histoire naturelle des animaux sans vertèbres".

Lamarck geht in seiner Deszendenzlehre von dem Gedanken aus, dass der Naturforscher innerhalb der Naturwissenschaft das, was der Kunst angehört, zu unterscheiden habe von dem, was der Natur eigen ist. Gattungen, Familien, Ordnungen und Klassen sind künstliche, allerdings unentbehrliche Hilfsmittel des Menschen. Die Grenzen dieser Gruppen sind willkürlich und ergeben sich aus unserer mangelhaften Kenntnis der Lebensformen, die auf der Erde existiert haben und noch existieren. Würde man all diese Formen kennen, so würde man überall Übergangsformen finden.

„Die Natur", sagt Lamarck, „hat in Wirklichkeit in ihren Erzeugnissen weder konstante Klassen, Ordnungen, Familien und

Gattungen, noch auch konstante Arten gebildet, sondern nur Einzelwesen, die aufeinander nachfolgen und die denen gleichen, die sie hervorgebracht haben."

Wenn man sämtliche Organismen nach ihren natürlichen Beziehungen aneinander reiht, so finden wir, dass sich in beiden Reichen zwischen den niedrigst und höchst organisierten Formen stufenweise Übergänge vorfinden, eine stetig zunehmende Komplikation der Organisation. Diese besteht aber nur in bezug auf die Hauptgruppen, diese allein bilden eine einfache linienförmige Stufenleiter, die Arten, Gattungen und Familien sind dagegen seitliche Abzweigungen dieser Hauptlinie.

Als Kriterium der Vollkommenheit eines Organismus betrachtet Lamarck die Organisation des Menschen. Der Mensch ist das vollkommenste Tier weil er die komplizierteste Organisation und die meisten Fähigkeiten hat. Je mehr daher ein Organismus mit dem menschlichen übereinstimmt, desto vollkommener ist er und umgekehrt. Da z. B. das Skelett als Hauptbestandteil zum Organisationsplan des menschlichen Körpers gehört, so besitzen alle mit einem Skelett ausgestatteten Tiere eine ausgebildetere, vollkommenere Organisation als die, denen es fehlt. Deshalb sind die wirbellosen Tiere unvollkommener als die Wirbeltiere.

Wenn man immer weiter in der Tierreihe zurückgeht, so wird ein Organsystem nach dem andern immer einfacher und verschwindet schliesslich ganz, endlich auch das letzte und allgemeinste Organ: der Nahrungskanal. Der Körper des einfachsten Tieres ist ein Organismus ohne Organe.

Die Betrachtung der allgemeinen Abstufung der Organisation von den unvollkommensten bis zu den vollkommensten Tieren und Pflanzen führt Lamarck auf den Gedanken, dass die Tiere unter sich und die Pflanzen unter sich in genetischem Zusammenhang stehen. So sagt er im Vorwort zur „Philosophie zoologique": „Wie hätte ich auch die eigentümliche Abstufung, die sich in der Organisation der Tiere von den vollkommensten bis zu den unvollkommensten zeigt, betrachten können, ohne nach der Ursache einer so positiven, so wichtigen und durch so viele Beweise verbürgten Tatsache zu fragen? Musste ich nicht annehmen, dass die Natur die verschiedenen Organismen nacheinander in der Weise hervorgebracht habe, dass sie vom Einfachen zum Komplizierten überging, da sich ja doch die Organisation in der tierischen

Stufenleiter von den unvollkommensten Tieren an stufenweise auf höchst bemerkenswerte Weise kompliziert?"

Wenn diese Ansicht richtig ist, so müssen die Tier- und Pflanzenarten veränderlich sein. Lamarck untersucht daher zunächst den Artbegriff und bemüht sich die Veränderlichkeit der Art zu beweisen. Die Arten müssen veränderlich sein, weil die Existenzbedingungen sich ändern. Wollte man die Konstanz der Arten dartun, so müsste man beweisen, dass die Existenzbedingungen seit Beginn des organischen Lebens dieselben geblieben sind. Ferner müsste man annehmen, dass die Individuen einer Art niemals mit den Individuen einer andern Art in geschlechtliche Verbindung treten können. Die Beobachtung zeigt aber das Gegenteil. Selbst Linné hat die Wichtigkeit dieses Einwurfs später erkannt.

Für die Veränderlichkeit der Art spricht ferner die Schwierigkeit, nahe verwandte Arten zu unterscheiden. Viele Arten grosser Gattungen gehen so ineinander über, dass man die Grenzen nur mit grosser Willkür bestimmen kann. Je weiter die Kenntnis der Tier- und Pflanzenwelt fortschreitet, desto grösser wird die Zahl der Übergangsformen.

Auch die Unmöglichkeit, Rassen, Varietäten und Arten scharf zu trennen, kommt hier in Betracht. Gewisse Individuenkomplexe werden häufig von dem einen Forscher als Arten, von dem andern als Varietäten bezeichnet.

Endlich verweist Lamarck auf die Veränderungen, die durch Domestikation hervorgerufen werden. Die Hunderassen sind seiner Ansicht nach durch Domestikation aus einer einzigen wilden wolfsähnlichen Art hervorgegangen, und mit Rücksicht darauf fragt er: „Wo findet man in der Natur die verschiedenen Rassen von Hunden, die wir durch die Domestikation hervorgebracht haben, die Doggen, Windhunde, Pudel, Wachtelhunde, Bologneserhündchen u. s. w., Rassen, die untereinander grössere Verschiedenheiten darbieten als die sind, die man bei den Tieren einer Gattung, die frei in der Natur leben, für spezifisch hält?"

Wenn nun die Arten veränderlich sind, so ist es auch durchaus berechtigt, anzunehmen, dass sämtliche heute lebenden Tier- und Pflanzenarten durch Umwandlung aus andern Arten, die früher gelebt haben, hervorgegangen sind.

Von diesem Standpunkt aus weist Lamarck die Unnatürlich-

keit und Unrichtigkeit der Methode nach, die die vollkommensten Tiere an den Anfang, die unvollkommensten an das Ende des Systems stellt. „Die natürliche Ordnung der Tiere", sagt er, „ist die, in der diese Organismen ursprünglich gebildet worden sind."

Lamarck betrachtet die Tiere daher in folgender Reihenfolge: 1. Unterste Tiere: mit Verdauungsorganen, ohne Nerven und Gefässe; 2. niedere Würmer und Strahltiere: ohne Längsnervenmark und Zirkulationssystem; 3. höhere Wirbellose: mit Gehirn, Längsnervenstrang, Arterien und Venen; 4. Wirbeltiere.

Auch über die Ursachen der Artveränderungen dachte Lamarck nach. Er stellte zwei Prinzipien auf, um die Entwicklung der Spezies zu erklären. Das Hauptprinzip ist die Wirksamkeit organischer Bildungsgesetze. Jedes lebende Wesen hat eine innere Kraft, die es notwendig zur Fortentwicklung treibt. Dadurch wird die Stufenreihe der Hauptklassen verursacht. Wäre dieses Prinzip das einzige, so wäre die Fortentwicklung durchaus regelmässig. Es gibt aber noch ein zweites Prinzip, das Störungen dieser regelmässigen Reihe bedingt: der Gebrauch und Nichtgebrauch der Organe.

In dem Masse als sich die Tiere auf der Erdoberfläche ausbreiteten, gelangten sie in neue Verhältnisse, wurden ihre Existenzbedingungen andere. Dadurch änderten sich auch die Bedürfnisse. Um die neuen Bedürfnisse zu befriedigen, musste das Tier andere Tätigkeiten ausführen, andere Gewohnheiten annehmen. Infolgedessen wurden Organe, die früher mehr gebraucht wurden, weniger gebraucht und umgekehrt. Der häufige und dauernde Gebrauch eines Organs entwickelte und vergrösserte es, der konstante Nichtgebrauch liess es schwächer werden. Alles, was die Tiere durch Gebrauch oder Nichtgebrauch erwarben oder verloren, wurde auf die Nachkommen vererbt.

Auf diese Weise ist z. B. der lange Hals der Giraffe entstanden. „Es ist bekannt", sagt Lamarck, „dass dieses von Gestalt höchste aller Säugetiere in Innerafrika wohnt und in Gegenden lebt, wo der beinahe immer trockene und kräuterlose Boden es zwingt, das Laub der Bäume abzufressen und sich beständig anzustrengen, es immer höher hinauf zu erreichen. Aus dieser seit langer Zeit angenommenen Gewohnheit hat sich ergeben, dass bei den Individuen ihrer Rasse die Vorderbeine länger als

die Hinterbeine geworden sind und dass ihr Hals sich dermassen verlängert hat, dass die Giraffe, ohne sich auf ihren Hinterbeinen aufrecht zu erheben, mit aufgerichtetem Kopfe eine Höhe von sechs Metern erreicht."

Nach demselben Prinzip erklärt Lamarck die Schwimmhäute an den Füssen der Schwimmvögel, die langen Läufe der Watvögel, die lange Zunge der Spechte, die Flügel der Fledermäuse und ähnliche Charaktere.

Auf Nichtgebrauch sind dagegen die sog. rudimentären Organe zurückzuführen: die verkümmerten Augen der Blindmaus und des Olms, die zahnlosen Kiefer der Wale, der Mangel der Extremitäten bei den Schlangen, die verkümmerten Flügel bei gewissen Insekten.

Für die Pflanzen gelten nicht ganz dieselben Prinzipien, hier wird die Umwandlung hauptsächlich durch die direkte Einwirkung der Agentien der Aussenwelt, Nahrung, Klima etc. bedingt.

Auch den Menschen hat Lamarck zum Gegenstand seiner Betrachtungen gemacht. Der Mensch ist mit Rücksicht auf die Organisation unstreitig ein Tier, und zwar ein Wirbeltier. Unter den Wirbeltieren gehört er zu den Säugetieren, unter diesen steht er den Affen am nächsten. In bezug auf die Affen schrieb Lamarck schon 1802: „Anstatt alle auf demselben Niveau der Vollkommenheit zu stehen, zeigen sie untereinander ebensogrosse und sogar noch grössere Verschiedenheiten als die sind, die zwischen den vollkommensten von ihnen und dem Menschen existieren".

Er hat aber doch nicht ganz den Mut, die Abstammung des Menschen vom Affen offen und ohne Rückhalt zu behaupten, sondern schlägt einen indirekten Weg ein, um seine Ansichten zu verraten. Er zeigt, welche Modifikationen eine der höchst entwickelten Affenarten erleiden muss, wenn sie zu gewissen neuen Gewohnheiten gezwungen wird. Durch Aufgeben des Baumlebens und Kletterns erfolgt Angewöhnung an den aufrechten Gang, dadurch Veränderung der Gliedmassen, die Hinterfüsse verlieren die Entgegenstellbarkeit der grossen Zehe, die Unterschenkel erhalten Waden, die Hände erlangen immer grössere Kunstfertigkeit und werden zur Konstruktion von Waffen geschickt. Infolge des Gebrauchs künstlicher Waffen wird das Gebiss nicht mehr als Waffe benutzt, die Kiefer werden kleiner und treten zurück, die Zähne bekommen senkrechte Stellung. Mit Hülfe der Waffen erlangt

der Affe die Oberherrschaft über alle anderen Tiere und breitet sich über die ganze Erde aus. Zur Aufrechterhaltung seiner Herrschaft vereinigt er sich zu grösseren Gesellschaften, die Beziehungen der Individuen werden verwickelter, die Sprache entsteht, und das Gehirn bildet sich immer vollkommener aus.

„Dies“, meint Lamarck, „würden die Reflexionen sein, die man anstellen könnte, wenn der hier als die fragliche Rasse betrachtete Mensch sich von den Tieren nur durch seine Organisationscharaktere unterscheiden würde und wenn sein Ursprung nicht von dem ihrigen verschieden wäre.“

Irgend welche Anklänge an Darwins Selektionstheorie finden wir bei Lamarck nicht. Doch würdigt er die Bedeutung des Kampfes ums Dasein in folgenden Sätzen:

„Die Tiere fressen einander auf, ausgenommen die, die von Pflanzen leben. Man weiss, dass die stärkeren und besser bewaffneten die schwächeren auffressen und dass die grossen Arten die kleineren verschlingen. Die Vermehrung der kleinen Tierarten ist so bedeutend, dass diese kleinen Arten den anderen den Platz auf dem Erdboden versperren würden, wenn die Natur nicht ihrer verschwenderischen Vermehrung eine Grenze gesetzt hätte. Weil sie aber einer Menge anderer Tiere zur Beute dienen, weil ihre Lebensdauer sehr beschränkt ist und das Sinken der Temperatur sie zu Grunde richtet, so hält sich ihre Menge immer in den richtigen Grössenverhältnissen für die Erhaltung ihrer und für die der andern Arten. Was die grössern und stärkern Tiere anlangt, so würden sie notwendig vorherrschend werden und der Erhaltung vieler andern Arten schaden, wenn ihre Vermehrung zu grosse Dimensionen erlangen könnte. Aber ihre Arten verschlingen sich gegenseitig, sie vermehren sich nur langsam, was auch in dieser Beziehung das nötige Gleichgewicht aufrecht erhält.“

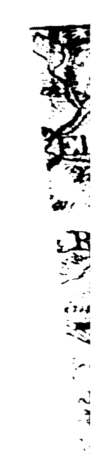
Fragen wir nun zum Schluss nach dem Einfluss der Lamarckschen Lehren auf Darwin, so ist dieser ein rein negativer zu nennen. In Briefen an Lyell und Hooker stellt Darwin Lamarcks Philosophie zoologique als ein wertloses Buch hin, das ihm nicht den geringsten Nutzen brachte. Er sucht Lyell zu überzeugen, dass die Entstehung der Arten nicht als blosse Modifikation der Lamarckschen Lehre aufzufassen sei.

„Ich glaube“, schreibt er an den grossen Geologen, „diese Art den Fall darzustellen, ist für die Annahme der Ansicht sehr

schädlich, da sie meine Ansicht in enge Verbindung mit einem Buche bringt, das ich nach zweimaligem überlegten Lesen für ein erbärmliches Buch halte und aus dem ich nichts gewonnen habe." Und an Hooker berichtet er: „Lamarck ist die einzige Ausnahme, deren ich mich erinnern kann, eines sorgfältigen Beschreibers von Spezies, der nicht an beständige Spezies geglaubt hat; er hat aber mit seinem widersinnigen, wenn schon geschickten Buche dem Gegenstand geschadet".

Wenn Darwin sich so ausspricht, so dürfen wir es Lamarcks Zeitgenossen nicht allzusehr verübeln, wenn sie seine Tat nicht zu würdigen wussten und wenn Cuvier in seiner Gedenkrede in bezug auf Lamarcks Lehre schreiben konnte: „Ein System, das sich auf solche Grundlagen stützt, kann wohl die Einbildungskraft eines Dichters amüsieren, ein Metaphysiker kann daraus eine ganze Reihe neuer Systeme ableiten, aber es kann auch nicht einen Augenblick die Prüfung jemandes aushalten, der eine Hand, ein Eingeweide, ja nur eine Feder zergliedert hat".

Darwin und Cuvier, die beiden grössten Biologen des neunzehnten Jahrhunders, begegnen sich hier in ihrem Urteil über Lamarcks Werk, obwohl sie von entgegengesetzten Gesichtspunkten ausgingen, sie vermissten beide bei Lamarck das, worauf sie ihre Ideen aufbauten: Tatsachen!



Topogr. Anstalt Winterthur. J. S.

